

JAS
0030

日本農林規格
JAPANESE AGRICULTURAL
STANDARD

木質ペレット燃料

Wood pellet fuel

2023 年 6 月 15 日 制定

農林水産省

目 次

ページ

序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	3
4 記号及び略語	3
5 木質ペレット燃料の仕様及び分類	3
5.1 等級別木質ペレットの仕様	3
5.2 木質ペレット燃料の起源及び由来による分類	7
6 試験方法	9
6.1 長さ及び直径の測定	9
6.2 水分の測定	9
6.3 灰分の測定	9
6.4 機械的耐久性の測定	9
6.5 微粉率の測定	9
6.6 発熱量の測定	10
6.7 かさ密度の測定	10
6.8 炭素、水素及び窒素の測定	10
6.9 硫黄及び塩素の測定	10
6.10 微量元素の測定	10
6.11 灰溶融挙動の測定（参考）	10
7 試験報告書	10
8 包装表示	11
8.1 表示事項	11
8.2 表示の方法	11
附属書 A	12
附属書 B	30
附属書 C	43
附属書 D	47
附属書 E	51
附属書 F	54
附属書 G	57
附属書 H	61
附属書 I	66
附属書 J	69
附属書 K	114
附属書 L	120
附属書 M	125

附属書 N 132

附属書 O 137

附属書 P 144

まえがき

この規格は、日本農林規格等に関する法律第4条第1項に基づき、一般社団法人日本木質ペレット協会から、日本農林規格原案を添えて日本農林規格を制定すべきとの申出があり、日本農林規格調査会の審議を経て、農林水産大臣が制定した日本農林規格である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。農林水産大臣及び日本農林規格調査会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

木質ペレット燃料

Wood pellet fuel

序文

この規格は、2014 年に第 1 版として発行された **ISO 17225-2** を基とし、住宅用及び業務用木質ペレット燃料の等級分類について技術的内容を参考にして作成した日本農林規格である。

ISO 固体バイオ燃料規格にはペレットの原料の要求事項、試験規格、用語などの規格がある。この日本農林規格はそれらを統合し技術的内容を住宅用及び業務用木質ペレット燃料に限定して作成した。

この規格は、住宅用、小規模の業務用又は公共用の建物での等級別木質ペレットの使用を支持している。特に住宅用、小規模の業務用又は公共用建物の用途では、次の理由からより高品質の燃料が必要となる。

- 小規模の燃焼機器には通常、燃焼制御機構と排ガス浄化設備は具備されていない。
- 燃焼機器は通常、専門の技術者によって管理されていない。
- 燃焼機器はしばしば居住地区及び人口密集地区に据え付けられている。

1 適用範囲

この規格は、“森林、植林地、その他の未利用の木材”，“木材加工産業の副産物及び残材”，“化学的処理されていない使用済み木材”から製造された非産業用（住宅用及び業務用）木質ペレット燃料の燃料品質による分類及び仕様について規定する。ただし、熱処理されたバイオマスペレット [例えば、バイオマスを 200 °C～300 °C のマイルドな温度で前処理したトレファイド（焙煎）ペレット] や産業用ペレットには、適用しない。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。これらの引用規格のうち、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

ISO 1171 Solid mineral fuels — Determination of ash

(ISO 1171 固体鉱物燃料—灰分の測定)

ISO 3310-1 Test sieves — Technical requirements and testing — Part 1: Test sieves of metal wire cloth

(ISO 3310-1 試験用ふるい—技術要件と試験—第 1 部：金属製網試験ふるい)

ISO 3310-2 Test sieves — Technical requirements and testing — Part 2: Test sieves of perforated metal plate

(ISO 3310-2 試験用ふるい—技術要求事項及び試験—第 2 部：標準板ふるい)

ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

[ISO 5725-2 測定方法及び測定結果の精確さ（真度及び精度）—第 2 部：標準測定方法の併行精度及び再現精度を求めるための基本的な方法]

ISO 10304-1 Water quality — Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions — Part 1: Determination

- of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate
(ISO 10304-1 水質—イオンの液体クロマトグラフィーによる溶解陰イオンの測定—第 1 部：臭化物, 塩化物, フッ化物, 硝酸塩, 亜硝酸塩, リン酸塩及び硫酸塩の測定)
- ISO 11885** Water quality — Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)
[ISO 11885 水質—誘導結合プラズマ発光分析 (ICP-OES) による選択元素の測定]
- ISO 14780:2017** Solid biofuels — Sample preparation
(ISO 14780:2017 固体バイオ燃料—試料の調製)
- ISO 16559:2014** Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions
(ISO 16559:2014 固体バイオ燃料—用語, 定義及び説明)
- ISO 16967:2015** Solid biofuels — Determination of major elements — Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na and Ti
(ISO 16967:2015 固体バイオ燃料—主要元素 - Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na, Ti の測定)
- ISO 16948:2015** Solid biofuels — Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen
(ISO 16948:2015 固体バイオ燃料—炭素・水素及び窒素の全含有量の測定)
- ISO 16968:2015** Solid biofuels — Determination of minor elements
(ISO 16968:2015 固体バイオ燃料—微量元素の測定)
- ISO 16993:2015** Solid biofuels — Conversion of analytical results from one basis to another
(ISO 16993:2015 固体バイオ燃料—ある基準から別の基準への分析結果の転換)
- ISO 16994:2016** Solid biofuels — Determination of total content of sulfur and chlorine
(ISO 16994:2016 固体バイオ燃料—硫黄及び塩素の全含有量の測定)
- ISO 17225-1:2014** Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 1: General requirements
(ISO 17225-1:2014 固体バイオ燃料—燃料仕様及び分類—第 1 部：一般要求事項)
- ISO 17225-2:2014** Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 2: Graded wood pellets
(ISO 17225-2:2014 固体バイオ燃料—燃料仕様及び分類—第 2 部：等級別木質ペレット)
- ISO 17294-2** Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) — Part 2: Determination of 62 elements
[ISO 17294-2 水質—誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) の適用—第 2 部：62 元素の測定]
- ISO 17378-2:2014** Water quality — Determination of arsenic and antimony — Part 2: Method using hydride generation atomic absorption spectrometry (HG-AAS)
(ISO 17378-2:2014 水質—ヒ素及びアンチモンの測定—第 2 部：水素化物発生原子吸光分析法 (HG-AAS) を用いる方法)
- ISO 17828:2015** Solid biofuels — Determination of bulk density
(ISO 17828:2015 固体バイオ燃料—かさ密度の測定)
- ISO 17829:2015** Solid Biofuels — Determination of length and diameter of pellets
(ISO 17829:2015 固体バイオ燃料—ペレットの長さ及び直径の測定)
- ISO 17831-1:2015** Solid biofuels — Determination of mechanical durability of pellets and briquettes — Part 1: Pellets
(ISO 17831-1:2015 固体バイオ燃料—ペレット及びブリケットの機械的耐久性の測定—第 1 部：ペレット)
- ISO 18122:2015** Solid biofuels — Determination of ash content
(ISO 18122:2015 固体バイオ燃料—灰分の測定)
- ISO 18125:2017** Solid Biofuels — Determination of calorific value
(ISO 18125:2017 固体バイオ燃料—発熱量の測定)
- ISO 18134-1:2015** Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 1: Total moisture — Reference method
(ISO 18134-1:2015 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第 1 部：全水分—基準法)
- ISO 18134-2:2017** Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 2: Total moisture — Simplified method
(ISO 18134-2:2017 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第 2 部：全水分—簡易法)
- ISO 18134-3:2015** Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 3: Moisture in general analysis sample

(ISO 18134-3:2015 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第3部：一般分析試料の水分)

ISO 18135:2017 Solid Biofuels — Sampling

(ISO 18135:2017 固体バイオ燃料—サンプリング)

ISO 18846:2016 Solid biofuels — Determination of fines content in quantities of pellets — Manual sieve method using 3,15 mm sieve aperture

(ISO 18846:2016 固体バイオ燃料—ペレット試料中の微粉率の測定)

ISO 21404:2020 Solid biofuels — Determination of ash melting behaviour

(ISO 21404:2020 固体バイオ燃料—灰溶融挙動の測定)

ISO 21945:2020 Solid biofuels — Simplified sampling method for small scale applications

(ISO 21945:2020 固体バイオ燃料—小規模利用における簡易サンプリング法)

CEN Guide 13:2008 Validation of environmental test methods

(CEN Guide 13:2008 環境試験方法の検証)

EN 12338 Water quality — Determination of mercury — Enrichment methods by amalgamation

(EN 12338 水質—水銀の測定—アマルガム法による濃縮方法)

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、**附属書 A** による。

4 記号及び略語

この木質ペレットの燃料仕様及び分類で使用される記号及び略語は、可能な限り国際単位系 (SI) に準拠するものとする。

d 無水 (無水ベース)

ar 到着ベース

w-% 質量分率

A 無水ベースでの灰分の記号, A_d (w-%)

BD 到着ベースのかさ密度, (kg/m^3)

D 到着ベースの直径の記号, D (mm)

DU 到着ベースの機械的耐久性の記号, (w-%)

F 到着ベースの微粉率の記号, (w-%, 3.15 mm 未満の粒子)

L 到着ベースの長さの記号, L (mm)

M 湿量基準, 到着ベースの含水率の記号, M_{ar} (w-%)

Q 定圧での真発熱量の記号, $q_{p,net,ar}$ (MJ/kg , kWh/kg 又は MWh/t) の指定

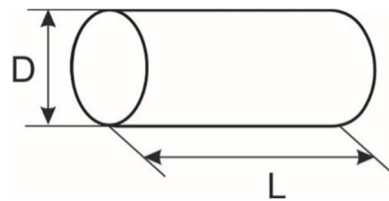
注記 1 1 MJ/kg は 0.277 8 kWh/kg (1 kWh/kg は 1 MWh/t , 1 MWh/t は 3.6 MJ/kg) である。1 g/cm^3 は 1 kg/dm^3 に等しい。1 mg/kg は, 0.000 1 % 又は 1 ppm に等しい。

注記 2 記号は、**表 1** 及び **表 2** の特性レベルを特定するための数字と組み合わせて使用する。化学的特性の指定には、S (硫黄)、Cl (塩素) 及び N (窒素) などの化学記号を使用し、特性区分値はシンボルの最後に追加される。

5 木質ペレット燃料の仕様及び分類

5.1 等級別木質ペレットの仕様

木質ペレットの仕様は、**図 1**、**表 1** 及び **表 2** に従って記載されている。サンプリング及び性状分析は、引用規格に従って実施しなければならない。



記号

D : 直径

L : 長さ

図1ーペレットの寸法

表1において、品質区分 A1, A2 は、未使用木材及び化学的処理されていない木質残材を表す。A1 は灰分及び窒素含有量が低い燃料で、それに対して A2 は灰分及び窒素含有量が僅かに高い燃料である。品質区分 B は、化学的処理された木材加工工場の副産物及び残材並びに化学的処理されていない使用済み木材を許容している。化学的処理された木材加工工場の副産物及び残材（表2において 1.2.2 に分類されるもの。）並びに化学的処理されていない使用済み木材（1.3.1）は、重金属又はハロゲン化有機化合物が未使用木材の代表値又は原産国の代表値を超えない限り、品質区分 B に含まれる。

（1.2.2）に属する原材料（表2の化学的処理木材）の場合、原材料の実際の由来を明確に記載しなければならない。例えば、“（1.2.2）集成材製造からの残材”と記載する。

例 品質区分 B のペレットは、（1.2.1.2）のスプレースおが粉 99 w-% とはり（梁）材（接着剤量 < 0.1 %）製造からの接着木材 1 % を含んでいてもよい。

生産者又は供給者は、試験所で分析を行うか否かにかかわらず正確で間違いのない情報を提供する責任がある。したがって生産者又は供給者は正確かつ信頼できる情報を提供しなければならない。

注記 原料が根本的に変更された場合は試験所で分析を行うことが重要である。

エンドユーザーが微粉量の少ないペレットを確実に受けとるためには、エンドユーザーへの最終配送地点での微粉量を 1% 以下にしなければならない（表1参照）。したがって流通業者は、工場ゲート及びエンドユーザー間で、この低レベルの微粉量を維持するための適切な措置を講じることが望ましい。

表 1ー業務用及び住宅用等級別木質ペレットの仕様

	品質項目, 分析法規格細分箇条番号	単位	A1	A2	B
規定	起源及び由来 ^{a)} , (5.2)		1.1.3 樹幹材 1.2.1 化学的処理されて いない木質残材 ^{b)}	1.1.1 根を除く全木 1.1.3 樹幹材 1.1.4 林地残材 1.2.1 化学的処理されて いない木質残材 ^{b)}	1.1 森林, 植林地, そ の他の未利用木材 1.2 木材加工産業から の副産物及び残材 1.3.1 化学的処理され ていない使用済み木 材
	直径, D 及び 長さ, L ^o , (6.1) 図 1 による	mm	D06, 6±1: 3.15 < L ≤ 40 D08, 8±1: 3.15 < L ≤ 40	D06, 6±1: 3.15 < L ≤ 40 D08, 8±1: 3.15 < L ≤ 40	D06, 6±1: 3.15 < L ≤ 40 D08, 8±1: 3.15 < L ≤ 40
	水分, M, (6.2)	w-% 到着ベース 湿量基準	M10, ≤ 10	M10, ≤ 10	M10, ≤ 10
	灰分, A ^d , (6.3)	w-% 無水ベース	A0.7, ≤ 0.7	A1.2, ≤ 1.2	A2.0, ≤ 2.0
	機械的耐久性, DU, (6.4)	w-% 到着ベース	DU97.5, ≥ 97.5	DU97.5, ≥ 97.5	DU96.5, ≥ 96.5
	微粉率, F ^e , (6.5)	w-% 到着ベース	F1.0, ≤ 1.0	F1.0, ≤ 1.0	F1.0, ≤ 1.0
	添加剤 ^{g)}	w-% 到着ベース	≤ 2 種類及び量を記載	≤ 2 種類及び量を記載	≤ 2 種類及び量を記載
	真発熱量, Q, (6.6)	MJ/kg 又は kWh/kg 到着ベース	Q16.5, ≥ 16.5 又は Q4.6, ≥ 4.6	Q16.5, ≥ 16.5 又は Q4.6, ≥ 4.6	Q16.5, ≥ 16.5 又は Q4.6, ≥ 4.6
	かさ密度, BD ^h , (6.7)	kg/m ³ 到着ベース	BD600, ≥ 600	BD600, ≥ 600	BD600, ≥ 600
	窒素, N, (6.8)	w-% 無水ベース	N0.3, ≤ 0.3	N0.5, ≤ 0.5	N1.0, ≤ 1.0
	硫黄, S, (6.9)	w-% 無水ベース	S0.04, ≤ 0.04	S0.05, ≤ 0.05	S0.05, ≤ 0.05
	塩素, Cl, (6.9)	w-% 無水ベース	Cl0.02, ≤ 0.02	Cl0.02, ≤ 0.02	Cl0.03, ≤ 0.03
	砒素, As, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 1	≤ 1	≤ 1
	カドミウム, Cd, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5
	全クロム, Cr, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	銅, Cu, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	鉛, Pb, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	水銀, Hg, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1

表 1—業務用及び住宅用等級別木質ペレットの仕様（続き）

	品質項目, 分析法規格細分箇条番号	単位	A1	A2	B
規定	ニッケル, Ni, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	亜鉛, Zn, (6.10)	mg/kg 無水ベース	≤ 100	≤ 100	≤ 100
参考	灰溶融挙動 ^{h)} (6.11)	°C	記載することが 望ましい	記載することが 望ましい	記載することが 望ましい

注^{a)} 附属書 A 参照。

注^{b)} ペレットの化学的パラメータの全てが明らかに制限内にある場合又は濃度が懸念されるには小さい場合、未利用木材から製材及び木材製品を製造する際に製材所等で使用される接着剤、グリース、その他の木材製品用添加剤の使用は化学的処理に含まない。

注^{c)} 40 mm より長いペレットの量は 1 w-% にできる。最大長は 45 mm 以下でなければならない。円孔径 3.15 mm のふるいに残るペレットは 3.15 mm より長いものとする。長さが 10 mm 以下のペレット量 (w-%) を記載すること。

注^{d)} 住宅用燃焼器及びストーブでは、灰分 <0.5 %> を推奨する。

注^{e)} バルク輸送の工場出口では積み込みする時、小袋（最大 20 kg）及び大袋〔こん（梱）包時〕は袋詰めする時又はエンドユーザーへ出荷する時に行う。

注^{f)} 製造、搬送又は燃焼を助けるための添加剤の種類〔例えば、プレス（展圧）添加剤、スラグ生成抑制防止剤又はデンプン、トウモロコシ粉、ジャガイモ粉、植物油、リグニンのような他の添加剤〕。

注^{g)} かさ密度の実際の値を記載することを推奨する。これは、自動の空気調節機構を持たない住宅用燃焼器やストーブではかさ密度の変動に敏感なため特に重要。かさ密度の最大値は 750 kg/m³ である。

注^{h)} 酸化条件における全ての特性温度〔灰収縮開始点【SST】、灰軟化点【DT】、灰融解（半球）点【HT】及び灰溶流点【FT】〕を記載することを推奨する。なお、灰化温度が 550 °C 以外の場合はその灰化温度を記載することが望ましい。

5.2 木質ペレット燃料の起源及び由来による分類

5.2.1 概要

表 2 は木質バイオマス燃料の起源及び由来に基づいて作成されたもので、階層的分類システムで分類されている。木質バイオマスは、樹木、低木又は灌木由来のバイオマスである。

“混合物及び混在物”という用語は、分類表欄内の様々な起源物質が該当して四つの基準で示される。混合物は意図的に混ぜられた燃料であるが、混在物は意図せず混ぜられた燃料である。混合物及び混在物の起源は、表 2 を用いて説明される。混合物及び混在物の燃料が化学処理された物質を含む場合は、それを明確に記載しなければならない。

第 2 段階の分類は、主要分類内での発生源（由来）の違いを記載したもので、未利用木材と工場からの副産物又は残材のいずれかを示している。

各グループは、さらに第 3 及び第 4 の段階のサブ分類に分割される。表 2 の目的は、必要に応じてできるだけ詳細に、起源に基づく燃料の区別と特徴付けを可能とすることである。

表 2 に準ずる分類の例

- a) 根を除く広葉樹全木 (1.1.1.1)
- b) 根を除く広葉樹と針葉樹の全木の混合物 (1.1.1.1, 1.1.1.2)
- c) パーム椰子の茎 (1.1.3.3)
- d) 林地残材 (1.1.4)
- e) パーム椰子の枝 (1.1.4.1)
- f) トウヒ林からの林地残材 (1.1.4.2)
- g) 広葉樹のおが粉 (1.2.1.1)
- h) 針葉樹合板 (1.2.1.2)
- i) 合板残材 (1.2.2.1)
- j) 家具工業からの研削屑 (1.2.2.1)
- k) リグニン (1.2.2.4)
- l) 建築用材 (1.3.1.1)
- m) ペレット (1.3.2.1)
- n) 混在物 根を除く広葉樹全木 (1.1.1.1), 根を除く針葉樹全木 (1.1.1.2)
- o) 混合物 99 w-%おが粉 (1.2.1), 1 w-%集成材 (接着剤含有率: 全質量 0.1 w-%) (1.2.2)

表 2—原料の起源と由来

1. 木質バイオマス	1.1 森林，植林地，その他の未利用木材	1.1.1 根を除く全木	1.1.1.1 広葉樹 1.1.1.2 針葉樹 1.1.1.3 早生樹 1.1.1.4 低木 1.1.1.5 混合物及び混在物
		1.1.2 根を含む全木	1.1.2.1 広葉樹 1.1.2.2 針葉樹 1.1.2.3 早生樹 1.1.2.4 低木 1.1.2.5 混合物及び混在物
		1.1.3 樹幹材	1.1.3.1 樹皮付き広葉樹 1.1.3.2 樹皮付き針葉樹 1.1.3.3 樹皮無し広葉樹 1.1.3.4 樹皮無し針葉樹 1.1.3.5 混合物及び混在物
		1.1.4 林地残材	1.1.4.1 生の広葉樹（葉を含む） 1.1.4.2 生の針葉樹（葉を含む） 1.1.4.3 残置広葉樹 1.1.4.4 残置針葉樹 1.1.4.5 混合物及び混在物
		1.1.5 根株／根	1.1.5.1 広葉樹 1.1.5.2 針葉樹 1.1.5.3 早生樹 1.1.5.4 低木 1.1.5.5 混合物及び混在物
		1.1.6 樹皮（林業由来のもの）	
		1.1.7 庭園，公園，沿道保守，ブドウ園，果樹園の剪定木及び淡水の流木	
		1.1.8 混合物及び混在物	
	1.2 木材加工産業からの副産物及び残材	1.2.1 化学的処理されていない木材副産物及び残材	1.2.1.1 樹皮付き広葉樹 1.2.1.2 樹皮付き針葉樹 1.2.1.3 樹皮無し広葉樹 1.2.1.4 樹皮無し針葉樹 1.2.1.5 樹皮（工場由来）
		1.2.2 化学的処理された木質副産物，残材，繊維及び木材成分	1.2.2.1 樹皮なし 1.2.2.2 樹皮付き 1.2.2.3 樹皮（工場由来） 1.2.2.4 繊維及び木材成分
		1.2.3 混合物及び混在物	
	1.3 使用済み木材	1.3.1 化学的処理されていない使用済み木材	1.3.1.1 樹皮なし 1.3.1.2 樹皮付き 1.3.1.3 樹皮
		1.3.2 化学的処理された使用済み木材	1.3.2.1 樹皮なし 1.3.2.2 樹皮付き 1.3.2.3 樹皮
		1.3.3 混合物及び混在物	
	1.4 混合物及び混在物		

6 試験方法

6.1 長さ及び直径の測定

この細分箇条では、ISO 17829:2015 を引用したペレットの直径と長さの測定方法を規定する。仕様外の長さ及び直径のペレットは、スクリーコンベア、サイロの出口及びバーナー供給システムの輸送に問題を引き起こす可能性があることから、この規格で規定されている。ペレットの長さに関しては、オーバーサイズペレットの割合の測定と平均長さの測定方法も含む。詳細は附属書 C による。

6.2 水分の測定

6.2.1 一般

この細分箇条は、ISO 18134 の全乾法によるペレット試料の含水率の測定方法の三つの測定方法を示す。6.2.2 に精度の高い含水率の測定が必要な場合に用いる基準法、6.2.3 に現場での日常的な生産管理目的など、最高精度が必要でない場合に用いる簡易法、6.2.4 に一般的な分析試料の含水率を測定する場合に用いる一般分析試料用を示す。

6.2.2 水分の測定－基準法

ISO 18134-1:2015 を引用した基準法は、精度の高い含水率の測定が必要な場合に用いる。到着ベースでのペレットの含水率は、全質量（湿量基準）に基づく。詳細は附属書 D による。

6.2.3 水分の測定－簡易法

ISO 18134-2:2017 を引用した簡易法は、例えば現場での日常的な生産管理目的など、最高精度が必要でない場合に用いる。到着ベースのペレットの含水率は、全質量（湿量基準）に基づく。詳細は附属書 E による。

6.2.4 水分の測定－一般分析試料用

ISO 18134-3:2015 を引用した一般分析試料用は、一般的な分析試料の含水率を測定するためのものである。詳細は附属書 F による。

6.3 灰分の測定

この細分箇条は、ISO 18122:2015 を引用したペレットの灰分の測定方法を規定する。灰分は、時間、試料質量及び機器仕様が厳しく制御した条件下で、試料を空气中で $(550 \pm 10)^\circ\text{C}$ に加熱後の残さ質量を計算することによって測定する。詳細は附属書 G による。

6.4 機械的耐久性の測定

この細分箇条は、ISO 17831-1:2015 を引用したペレットの機械的耐久性の測定方法を規定する。詳細は附属書 H による。

6.5 微粉率の測定

この細分箇条は、ISO 18846:2016 を引用したペレット試料中の微粉含有量の測定方法を規定する。微粉含有量は、3.15 mm 未満の材料の質量分率として定義され、目開き円孔 3.15 mm のふるいを通過する物質の量を計量する。詳細は附属書 I による。

6.6 発熱量の測定

この細分簡条は、**ISO 18125:2017** を引用したペレットの発熱量の測定方法を規定する。安息香酸認証標準試料を燃焼して校正を行ったボンベ熱量計で、定体積かつ基準温度 25 °Cとする固体バイオ燃料の総発熱量を決定する方法で、得られる結果は、分析試料の定容総発熱量であり、燃焼で生成する水分は全て液体状態とする。詳細は**附属書 J** による。

6.7 かさ密度の測定

この細分簡条は、**ISO 17828:2015** を引用したペレットのかさ密度の測定方法を規定する。かさ密度は、体積基準での燃料配送にとって重要なパラメータであり、真発熱量とともにエネルギー密度を決定付ける。詳細は**附属書 K** による。

6.8 炭素、水素及び窒素の測定

この細分簡条は、**ISO 16948:2015** を引用したペレット試料中の炭素、水素及び窒素の測定方法を規定する。炭素、水素及び窒素の信頼性の高い測定は品質管理にとって重要であり、測定結果は固体バイオ燃料の燃焼に適用される計算の入力パラメータとして使用できる。窒素含有量の環境上の重要性は、NO_x の排出（フューエル NO_x の形成）と関連している。水素含有量は、真発熱量の算出において重要である。CO₂ 排出量の決定には炭素含有量が必要である。詳細は**附属書 L** による。

6.9 硫黄及び塩素の測定

この細分簡条は、**ISO 16994:2016** を引用したペレット試料中の硫黄及び塩素含有量の測定方法を規定する。硫黄及び塩素は、固体バイオ燃料中に様々な濃度で存在する。燃焼プロセス中に、それらは通常、硫黄酸化物及び塩化物に転換される。これらの元素及びその反応生成物の存在は、腐食及び環境に有害な排出に大きく寄与し得る。詳細は**附属書 M** による。

6.10 微量元素の測定

この細分簡条は、**ISO 16968:2015** を引用したペレット試料中の微量元素の測定方法を規定する。固体バイオ燃料中に存在する微量元素は、時として環境に影響を及ぼす。例えば特定のエネルギー作物はカドミウムを濃縮する。また、汚染地域ではバイオ燃料中に高濃度の毒性元素が確認されることがある。このことは、燃焼灰が肥料として森林に戻される場合に問題となる可能性を示唆している。バイオ燃料中の微量元素は低濃度であることが多く、試料調製や前処理の過程で汚染されないように細心の注意を払う必要がある。詳細は**附属書 N** による。

6.11 灰溶融挙動の測定（参考）

この細分簡条は、**ISO 21404:2020** を引用した固体バイオ燃料の灰溶融挙動の温度特性法による測定方法を、参考として規定する。本方法で測定された温度は、種類及び性質の異なる木質ペレットの灰に対して、加熱時に溶融析出物又は炉床凝集物を形成する傾向を比較するのに使用できる。詳細は**附属書 O** による。

7 試験報告書

簡条 6 に示す試験方法による試験結果の報告は**附属書 P** の表 **P.1 試験結果報告書** の様式を用いて報告しなければならない。

8 包装表示

8.1 表示事項

次の事項を一括して表示しなければならない。ただし、**d)**については表示することを推奨する。

- a) 品名
- b) 等級
- c) 直径
- d) 灰分、長さで 10 mm 以下の量、かさ密度及び灰溶融挙動
- e) 原料の樹種及び部位並びに添加物の有無（有の場合、名称及び添加率）
- f) 製造者若しくは販売業者（輸入品にあつては、輸入業者）の氏名又は名称及び所在地
- g) 製造年月日
- h) 取扱指示について

8.2 表示の方法

8.1 a)から g)までに掲げる事項の表示は、次に規定する方法によって行われなければならない。

- a) 品名 “木質ペレット”
- b) 等級 “A1”, “A2” 又は “B”
- c) 直径 “D06” 又は “D08”
- d) 灰分、長さで 10 mm 以下の量、かさ密度及び灰溶融挙動 灰分 (%), 長さで 10 mm 以下の量 (w-%), かさ密度 (kg/m³)。また、灰溶融挙動特性温度 [収縮開始点 (SST), 軟化点 (DT), 灰溶解 (半球) 点 (HT) 及び溶流点 (FT)] については、表示することを推奨する。なお、灰化温度が 550 °C 以外の場合はその灰化温度を記載することが望ましい。
- e) 原料の樹種及び部位並びに添加物の有無（有の場合、名称及び添加率）
 - 1) 原料の樹種及び部位については、表 2 の右欄に掲げる原料の名称を記載しなければならない。
 - 2) 添加物の有無について記載しなければならない。
 - 3) 添加物が含有する場合には、その添加物の名称を一般名で記載するとともに、%単位でその含有率を記載しなければならない。
- f) 製造年月日 製造年月日は、年・月・日又は年・月の順で記載しなければならない。
- g) 取扱指示について 保管上、運送上及び使用上の取扱いにおいて必要な指示を記載しなければならない。
 - 1) 保管及び運送上の取扱い
 - 例 1 屋外保管はお勧めできません。水がかかると使用困難になるのでご注意ください。
 - 例 2 屋内保管の場合、すのこなどの上に置いてください（地面に直接置かないでください）。
 - 例 3 湿気が少なく、風通しの良い場所で保管してください。
 - 例 4 ペレットが崩れる恐れがあります。不必要な衝撃は与えないでください。
 - 例 5 高温の物のそばには、置かないでください。
 - 2) 使用上の取扱い
 - 例 1 固形燃料です。食べ物ではないので、幼児など小さなお子様の手の届く所には置かないでください。
 - 例 2 湿気や水分を吸収しやすいため、開封後はなるべく早めに燃焼機器に投入し燃焼させてください。
 - 例 3 燃焼機器に入れる際、粉が舞う恐れがありますのでご注意ください。
 - 例 4 燃焼灰が皮膚に付くと荒れる場合があります。皮膚などに付いたら速やかに水洗いしてください。

附属書 A (規定) 用語、定義及び説明

A.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料のうち業務用及び住宅用木質ペレットに関する用語及び定義のうち、林業又は樹木栽培に由来する未処理又は処理された木質バイオマス材料に関するもののみ規定する。

注記 化学的処理された材料に含まれる有機ハロゲン化合物又は重金属は、未利用状態で一般的な数値又はその原産地での一般的な数値よりも高くないこと。

A.2 引用規格

次に掲げる規格は、内容の一部又は全部が、要求事項としてこの附属書中で引用される。西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 16559:2014 Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions
(ISO 16559:2014 固体バイオ燃料—用語、定義及び説明)

A.3 原則

この附属書は、ISO/TC 238 に基づく固体バイオ燃料を説明するために用いる用語のみ含む。固体バイオ燃料は、ISO/TC 238 “固体バイオ燃料” で定義されている様々な原料から製造される。

用語と定義は、固体バイオ燃料が様々な原料から製造されること及びバイオエネルギーとして使用されることを考慮して論理的構成によって次のように分類する。

- サプライチェーン全体における固体バイオ燃料の起源及び原料
- 異なる取引形態及び製造プロセス内で生産される様々な形態のバイオ燃料
- 最も関連性の高い固体バイオ燃料の特性並びにサンプリング及び試験の条件並びにクラス分け及び仕様
- 固体バイオ燃料そのものの説明並びにバイオマス源と同じ構造の取扱い及び処理
- 固体バイオ燃料転換によるバイオエネルギー

サンプリング、試験、特性の分類及び特性に関する仕様のための用語を定義するとともに、固体バイオ燃料の起源、種類及び特性についても記載する。この**附属書 A** で定義されている用語の必要性は、多くの場合 **ISO 17225-1** の固体バイオ燃料の分類に基づいており、そこにはより詳細に分類が明記されている。

A.4 用語及び定義

A.4.1

添加剤 (additive)

燃料品質の改善（例えば、燃焼特性）、排ガス物質の低減又は生産効率の改善のために供給原料に意図的に導入される物質

注釈 通常の工場作業として燃料加工工程で使用されるグリース等の潤滑剤は、使用量が少なく添加剤として扱わない。

A.4.2

気乾 (air dried)

固体バイオ燃料を空气中で平衡含水率 (水分) まで乾燥させた条件

A.4.3

安息角 (angle of repose, critical angle of repose)

ストックパイルの法面にある粉状材料が滑り出しそうなとき、水平面に対する材料の勾配が最大となる角度

注釈 勾配は、平滑面に対する円すい (錐) のふくらみの周囲であってもよい。

A.4.4

ドレイン角 (angle of drain)

サイロ又はホッパーの法面にある粉状材料が滑り出しそうなとき、水平面に対する材料の勾配が最大となる角度

注釈1 バイオマスをサイロ又はホッパーの底口から排出させたとき、材料は通常、円すい (錐) 形になる。ただし、その材料、特にペレットのような粒子アスペクト比が高い材料が重力によって流れ出ず、部分的に組み合わさっている状態のときに限る。

注釈2 ドレイン角は、通常、安息角よりも数度高い。

A.4.5

分析条件, 測定条件 (as analysed, determined basis)

固体バイオ燃料の水分が分析/定量時の分量にある条件

A.4.6

到着ベース, *ar* (as received, as delivered)

材料到着状態での計算基準

注釈 到着ベースの略語は *ar* である。

A.4.7

灰, 灰分, 全灰分, A (ash, ash content, total ash)

通常、燃料中の乾燥物の質量に対する百分率で表される、特定の条件下で燃料の燃焼後に残っている無機残さの質量

注釈1 灰溶解性、天然灰及び外部からの灰分も参照のこと。

注釈2 燃焼効率に応じて、灰に可燃物が含まれることがある。

注釈3 完全燃焼の場合、灰には無機物と不燃性物質の成分しか含まれない。

A.4.8

灰軟化点, DT (ash deformation temperature, deformation temperature)

試料の端部が丸みを生じ始める温度

注釈1 DT は HT/FT の直前に発生することが一般的である。試験結果が、SST と DT との間の小さな温度差、及び DT と HT/FT との間の大きな温度ギャップを示す場合、分析者は、DT として記録された温度が本当に溶融によるものであるか、又は過度の収縮によって引き起こされる形状変化であるかを検証するために画像を再検討することを勧める。

注釈2 変形温度は、縁の丸み、表面の平滑化、円筒の膨張又は円筒形状の一般的な変化によって確認することができる。試験柱が、縁が丸くならず膨潤し又は泡立ち始めた場合、温度を DT として記録する (膨潤及び泡立ちは、灰の一部が溶融したときにのみ生じるため)。

注釈3 コンピュータによる評価のため、形状係数の変化が変形温度を示す。形状係数の定義については**附属書 O.A** を参照。

A.4.9

灰溶流点, FT (ash flow temperature, flow temperature)

灰試料片が溶けて支持台を超えて外に層状に広がり、試料片の高さが灰融解 (半球) 温度時の高さの半分になった

ときの温度

注釈 発泡の影響が起こりやすいため、半分の高さをもって定義することにした。これは自動画像評価にとって特に重要である。

A.4.10

灰融解（半球）点，HT (ash hemisphere temperature, hemisphere temperature)

特定の手順で調製した灰試験片の高さが底部の幅の半分に等しくなり、その形状がほぼ半球状になる温度

A.4.11

灰溶融性，灰溶融挙動 (ash melting behavior, ash fusibility)

特有の条件下で加熱して得られる灰の物理的特性

注釈 1 灰溶融性は、酸化条件又は還元条件のいずれかで決定される。

注釈 2 灰軟化点、灰溶流点、灰融点及び灰収縮開始点も参照のこと。

A.4.12

灰収縮開始点，SST (ash shrinkage starting temperature, shrinkage starting temperature)

試料の収縮が生じる温度。試験片の収縮により、試験片の面積が元の試験片の面積の 95%を下回るときの温度

注釈 収縮は、二酸化炭素や揮発性アルカリ化合物の放出、焼結によって起こり得る。また、部分溶融の最初の兆候であってもよい。

A.4.13

袋入り質量 (bag weight)

袋を加えた燃料の質量

A.4.14

樹皮 (bark)

樹幹の外郭として高木（樹木，低木）の形成層より外側に形成される有機細胞組織

A.4.15

基本密度，体積密度 (basic density)

無水ベース質量と自然のままの状態の固体体積との比

A.4.16

バイオ由来 (biobased)

バイオマス由来のもの

A.4.17

バイオ由来の含有率 (biobased content)

バイオマス由来の燃料の含有率

注釈 通常、製品の全質量に対する百分率として表す。

A.4.18

バイオ由来製品，バイオ由来工業製品 (biobased product, biobased industrial product, bioproduct)

全体又は一部がバイオマス由来のバイオ製品

注釈 バイオ由来製品は、通常、バイオ由来の炭素含有量又はバイオ由来の含有量によって特徴付けられる。

A.4.19

バイオエネルギー (bioenergy)

バイオマス由来のエネルギー

注釈 バイオマスは、直接エネルギーに変換されるか、固体、液体又は気体に加工される。

A.4.20

バイオ燃料 (biofuel)

バイオマスから直接的又は間接的に生産された固体、液体又は気体燃料

A.4.21

バイオ燃料ペレット (biofuel pellet)

添加剤の有無にかかわらず、バイオマスを圧縮することによって作られた 25 mm 以下の直径をもつ立方体、多面体又は円柱形状のバイオ燃料

A.4.22

バイオマス (biomass)

地層に埋没された物質及び化石化した物質を除く、生物起源の物質

注釈 1 バイオマスは、専用のエネルギー作物、農作物、樹木、食物、飼料、繊維作物残さ、水生植物、藻類、林業又は木材残さ、農業廃棄物、副産物、その他の化石以外の有機物質を含むが、これらに限定されない植物又は動物を主体とする有機物。

注釈 2 草本バイオマス、果実バイオマス及び木質バイオマスも参照のこと。

A.4.23

バイオマス副産物 (biomass by-product)

生産時などに副次的にできる副産物

例 製材で生じるおが粉

A.4.24

バイオマス残さ (biomass residue)

林業、農業、水産物及び関連産業業務における、明確な副産物の流れから得られるバイオマス

例 油を圧縮した後のオリーブケーキ、林地残材

A.4.25

混合物及び混在物 (blends and mixtures)

これは、表 2 の 1.1～1.3 の木質バイオマスグループの内での混合物及び混在物を指す。混合物とは、意図的に混ぜられたものであり、混在物とは、意図しないで混ぜられたものである。

A.4.26

架橋化, ブリッジ, アーチング (bridging, arching)

粒子が開口部を横切って安定したアーチを形成して流れを妨げること

A.4.27

かさ密度, ρ (bulk density)

固体燃料の一部（例えば、大量の粒状物質のうちの一部）の質量を、特定の条件下でそれを充填した容器の体積で除したもの

A.4.28

かさ体積 (bulk volume, loose volume)

粒子間に空間を含む物質の体積

A.4.29

発熱量, q (calorific value, heating value)

完全燃焼で放出される単位質量又は単位体積当たりのエネルギー量

注釈 総発熱量（高位発熱量）、エネルギー密度及び真発熱量（低位発熱量）も参照のこと。

A.4.30

認証標準物質, CRM (certified reference material)

証明書が添付された標準物質で、一つ以上の特性値が、それらを正確に表現するトレーサビリティが確立された手順で認証され、かつ各認証値の不確かさが規定の信頼水準にあること。

A.4.31

木炭 (char)

固体燃料の熱化学変換から製造された固体の部分的又は非凝集の炭素質材料

A.4.32

木炭, バイオ炭, バイオカーボン, バイオークス, バイオコール (charcoal, biochar, biocarbon, biocoke, biocoal)

乾留及びバイオマスの熱分解から得られる固体バイオ燃料

A.4.33

化学的処理 (chemical treatment)

空気、水及び熱以外の化学薬品による処理

例 接着剤、灰汁、塗料、プラスチック（積層プラスチック）、防腐剤、硫酸類などの処理。なお、塩素、フッ素のような有機ハロゲン化合物、又はヒ素、鉛のような重金属を含む化学処理はこの規格の適用範囲外とする。

注釈 化学的処理の例は、ISO 17225-1 Annex C に示す。

A.4.34

粗木片 (chunkwood)

鋭利な切削装置で切断した木材で、大部分の長さが一般的に 50 mm～150 mm からなり、木質チップよりも実質的に長く粗大なもの

A.4.35

大口試料 (combined sample)

ロット及び副ロットから採取した全てのインクリメントから構成される試料

注釈 インクリメントは大口試料に追加する前に、分割によって縮分できる。

A.4.36

業務用利用 (commercial application)

固体バイオ燃料燃焼装置又は住宅用と同様の燃料仕様を備えた機器

注釈 業務用利用は産業用と混同してはならない。産業用機器は、はるかに幅広い種類の燃料を利用することができ、要求事項も大幅に異なる。

A.4.37

全樹体 (complete tree)

枝条と根系を含む樹木

注釈 全木も参照のこと。

A.4.38

凝縮性ガス (condensable gas)

ある温度で気体状態から液体又は固体状態に転移する気体

注釈 プロセスは可逆であるが、必ずしも同じ温度であるとは限らない。

A.4.39

汚染, 異物, コンタミ (contamination)

燃料に有毒あるいは異物のような不純物が露出されていること

A.4.40

補正温度上昇 (corrected temperature rise)

燃焼ボンベ内の燃焼過程によってのみ生じる熱量計の温度変化

注釈 1 この温度変化は, 熱交換量, かくはんによる熱などを補正して得られた観測温度上昇値の合計である (J.8.6)。

注釈 2 白金又はサーミスター温度計の抵抗若しくは水晶共振型周波計の振動数などと温度変化との間に関数関係が成立する場合は, 温度変化は別の単位で表してもよい。熱量計の有効熱容量は, そのような任意単位当たりのエネルギー単位で表現してもよい。校正試験と燃料試験間との間での諸条件に関して要求される直線性と近似性に対する基準は, J.9.3 に示す。

注釈 3 使用した記号とその定義のリストは, 附属書 J.F に示す。

A.4.41

横ひき端材 (cross-cut ends)

樹皮の有無に関わらず, 丸太又は製材の端部を横ひきしたときに発生する木質バイオマスの小片

A.4.42

顧客 (customer)

製品を受けとる組織又は個人

A.4.43

配送ロット (delivery lot)

固体バイオ燃料に必要な品質要件を対象を絞った, 固体バイオ燃料の単位量

注釈 1 配送ロットは, 固体バイオ燃料の合意された量 (例 パッケージ, 船荷, トラック荷) の個別ロット又は合意した期間中 (通常, 毎日又は毎週の配送) にエンドユーザーに連続配送したロットとなる。

注釈 2 連続配送では, 供給者とエンドユーザーによって別段の合意がない限り, 配送ロットは特定の期間 (例えば, 24 時間) 中に配送される固体バイオ燃料の量である。配送ロットが 24 時間で $1\,500\text{ m}^3 \sim 2\,000\text{ m}^3$ を超える場合は, 二つ以上の個別ロットに分割することを推奨する。

A.4.44

解体木材, 解体材 (demolition wood)

建物又は土木設備の解体で生じる使用済み木材

A.4.45

密度 (density)

体積に対する質量の比又は体積に対するエネルギー含有量の比

注釈 1 密度は, 個々の粒子密度又は材料のかさ密度を意味するか及び材料中の水の質量が含まれるかを考慮しなければならないとされている。

注釈 2 かさ密度, 固体密度, 粒子密度及びエネルギー密度も参照のこと。

A.4.46

無水無灰, 無水無灰基準 (無水無灰ベース), daf (dry ash free, dry ash free basis)

固体バイオ燃料が水分及び無機物を含まないとみなされる計算基準

注釈 無灰状態での無水ベースの略語は daf である。

A.4.47

無水, 無水ベース (乾量, 乾量基準), d (dry, dry basis)

固体バイオ燃料が水分を含まないとみなされる計算基準

注釈1 無水 (全乾) も参照のこと。

注釈2 無水ベース (乾量基準) の略語は d である。

A.4.48**乾燥物 (dry matter)**

特定の条件下で水分を除去した後に残る材料

A.4.49**乾燥物含有量 (dry matter content)**

質量基準での全材料中の乾燥物の量

注釈 固体バイオ燃料の全質量に対する百分率として表される。

A.4.50**粉じん (dust)**

通常に加工されてその大きさになる粉末とは対照的に、非自発的プロセスで生じる小さなサイズに断片化された材料

注釈 物理的な大きさに関して粉じんを構成する公式な定義はない。

A.4.51**木端, 端材 (edgings)**

木質バイオマスの一部で、樹皮の有無にかかわらず、製材仕上げ時に生じるもの、及び樹木の元の外周部表面の残存物 (= 背板) として示されるもの

A.4.52**熱量計の有効熱容量 (effective heat capacity of the calorimeter)**

熱量計の単位温度の変化を起こすのに必要なエネルギー

A.4.53**エンドユーザー, 最終ユーザー (end-user)**

エネルギー目的で燃料を使用する消費者 (個人, 企業, 公益事業者など)

A.4.54**エネルギー密度, E (energy density)**

正味エネルギー含有量とかさ体積との比

注釈 エネルギー密度は、決定された真発熱量とかさ密度を用いて計算する。

A.4.55**エネルギー林木 (energy forest trees)**

中長伐期林業において特に燃料として利用するために栽培された木質バイオマス

A.4.56**外部からの灰分 (extraneous ash)**

収穫, 伐採, 処理, 輸送, 貯蔵時などに物質に混入する異物からの灰

A.4.57**外来物質 (異物) (extraneous substances)**

サプライチェーン (供給連鎖) 全体のどの段階でもバイオマス又は固体バイオ燃料に混入する異物

例 木質ペレット中の石やガラス又はトウモロコシのような特定のバイオマスに属さない粒子

A.4.58

原料 (feedstock)

バイオエネルギー、バイオ燃料又はバイオ由来製品への変換のためにさらに加工された材料

A.4.59

繊維飽和点, FSP (fiber saturation point)

細胞内腔に自由水を全く含まず、細胞壁内にある水が完全に飽和している（全結合水）状態の含水率（水分）

注釈 通常は含水率（乾量基準）約 30 %である。繊維飽和点以下では、木材の物理的及び機械的特性が含水率の関数として変化し始める。

A.4.60

微粉, F (fines)

ある所定の大きさを下回る燃料中の小さいサイズの粒子で、通常は 3.15 mm 未満のもの

注釈 微粉量は、生産、梱包、輸送、荷降ろし、流通などの工程後に異なる場合がある。

A.4.61

固定炭素 (fixed carbon)

水分、灰分、揮発分を除去後に残る炭素分

A.4.62

流動性 (flowability)

固体が流動する能力

注釈 ブリッジ又はアーチングも参照のこと。

A.4.63

異物, 不純物 (foreign material, impurity)

要求されない物質で、燃料中に混入するもの

注釈 バイオ燃料の不純物の例は、石、土、金属片、プラスチック、ロープ、氷、雪である。

A.4.64

森林, 植林地, その他の未利用木材 (forest wood, plantation and other virgin wood)

森林、植林地由来の木材及び庭、公園、沿道保守、ぶどう畑、果樹園由来の剪定木及び淡水由来の流木を含む未利用木材。未利用木材は、サイズ縮小、剥皮、乾燥又は湿潤の変化を受けているに過ぎない。このグループには庭園及び短伐期林からの木材も含まれる。

注釈 全樹体、エネルギー林木、林地残材、根株、切り株、玉切り材及び全木も参照のこと。

A.4.65

燃料 (fuel)

エネルギー変換を目的とするエネルギー媒体

注釈 燃料は固体、液体又は気体である。

A.4.66

燃料仕様 (fuel specification)

燃料の特性を記述した説明書

A.4.67

燃料木材, エネルギー木材 (fuelwood, energy wood)

木材の元の組成がそのまま保存されており、元の形から改変されない木質燃料

A.4.68

一般分析試料 (general analysis sample)

最大粒度が 1 mm 以下であり、多数の化学的及び物理的分析に使用される試験室試料のサブ試料

A.4.69

研磨屑 (grinding dust)

木材及び木材ボードを研削するときに見える木材残さのような粉

A.4.70

総発熱量, 高位発熱量, $Q_{V,gr}$ (gross calorific value)

反応生成物の全ての水が液体であるような条件下で、ボンベ熱量計で固体燃料を酸素中で燃焼させたときの燃焼の比エネルギー測定値

注釈 1 燃焼生成物は全て基準温度 (**J.8.7**) 及び一定体積において、気体の酸素、窒素、二酸化炭素及び二酸化硫黄及びこの燃焼反応条件下で二酸化炭素が飽和した水 (その蒸気と平衡状態)、並びに灰から成ると仮定する。

注釈 2 別用語として高位発熱量がある。

A.4.71

定容総発熱量 (gross calorific value at constant volume)

ボンベ熱量計の規定条件下で、単位質量の固体バイオ燃料を酸素中で燃焼させたときの燃焼の比エネルギーの絶対値。比エネルギーの単位は、単位質量当たりのジュール。

注釈 燃焼生成物は基準温度 (**J.8.7**) において、酸素、窒素、二酸化炭素、二酸化硫黄及びこの燃焼反応条件下で二酸化炭素が飽和した水 (その蒸気と平衡状態)、並びに灰から成ると仮定する。

A.4.72

総密度 (gross density)

特定の全水分基準で、全ての空洞 (細孔及び道管) を含む木部体積に対する質量の比

注釈 粒子密度も参照のこと。

A.4.73

高位発熱量 (higher heating value)

総発熱量を参照

A.4.74

破碎燃料, 破碎チップ (hog fuel, shred)

ローラー、ハンマー又はフレイル (叩器) のような鈍器で破碎した様々な大きさ及び形状の小片からなる燃料木材

A.4.75

吸湿性 (hygroscopic)

空気から水分を吸着又は吸収する性質をもつ物質

A.4.76

親水性 (hydrophilic)

水を引き付ける性質をもつ物質

A.4.77

疎水性 (hydrophobic)

水をはじく性質をもつ物質

A.4.78

インクリメント, 抜取試料 (increment)

サンプリング器具の一回の操作で採取される燃料の一部分

A.4.79

試験室試料 (laboratory sample)

試験室で使用する調整済大口試料又は大口試料のサブ試料

A.4.80

リグノセルロース (lignocellulose)

主にセルロース, ヘミセルロース, リグニンからなる植物細胞壁バイオマス

A.4.81

丸太 (log wood)

大部分が 500 mm 以上の長さに切断 (玉切り) された燃料木材

A.4.82

林地残材 (logging residues)

木材収穫の際に生じる木質バイオマス残さ

注釈 林地残材には, 生木 (伐倒直後) 又は天然乾燥 (葉がらし) 後に回収される枝及び梢端が含まれる。

A.4.83

ロット (lot)

品質測定に用いる規定量の燃料

注釈 サブロットも参照のこと。

A.4.84

主要元素 (major elements)

アルミニウム (Al), カルシウム (Ca), 鉄 (Fe), マグネシウム (Mg), リン (P), カリウム (K), けい素 (Si), ナトリウム (Na) 及びチタン (Ti) といった主に灰を構成する燃料中の元素。

A.4.85

縮分量, 質量縮分 (mass-reduction)

試料又はサブ試料を縮分する質量

A.4.86

機械的耐久性, DU (mechanical durability)

取扱中及び運搬中に高密度化された燃料単位 (例 ブリケット, ペレット) が損傷せずに残留する度合い

A.4.87

微量元素 (minor elements)

燃料中の低濃度で存在する元素

注釈 1 微量元素もしばしば同義語として用いられる。成分が金属の場合, 微量金属という用語も使用される。

注釈 2 固体バイオ燃料に関しては, ひ素 (As), カドミウム (Cd), コバルト (Co), クロム (Cr), 銅 (Cu), 水銀 (Hg), マンガン (Mn), モリブデン (Mo), ニッケル (Ni), 鉛 (Pb), アンチモン (Sb), セレン (Se), 錫 (Sn), タリウム (Tl), バナジウム (V), 亜鉛 (Zn) 等が微量元素に含まれる (金属のみとは限らない)。

A.4.88

水分分析試料 (moisture analysis sample)

全水分を測定するために採取した試料

A.4.89

天然灰 (natural ash)

汚染されていない固体バイオ燃料の灰

A.4.90

真発熱量, 低位発熱量, $q_{p,net}$ (net calorific value, lower heating value)

反応生成物の水が全て水蒸気として残留する条件下で, 固体燃料を酸素中で燃焼させたときの燃焼の比エネルギーの計算値

注釈 真発熱量は, 定圧又は定容の総発熱量から計算する。定圧真発熱量が一般的に用いられる。

A.4.91

定容真発熱量 (net calorific value at constant volume)

定容条件下で単位質量のバイオ燃料を酸素中で燃焼させたとき, 反応生成物中の水が水蒸気の状態 (仮想状態で 0.1 MPa) のままで, その他の生成物は, 基準温度 (A.4.118) において総発熱量の場合と同じとしたときの燃焼の比エネルギーの絶対値。比エネルギーの単位は, 単位質量当たりのジュールで表す。

A.4.92

定圧真発熱量 (net calorific value at constant pressure)

定圧酸素中で単位質量のバイオ燃料を燃焼させたとき, 反応生成物中の水が水蒸気の状態 (仮想状態で 0.1 MPa) のままで, その他の生成物は, 基準温度 (A.4.118) において総発熱量の場合と同じとしたときの燃料の比熱 (エンタルピー) の絶対値。熱量の単位は, 単位質量当たりのジュールで表す。

A.4.93

NIST 認証標準物質 SRM (NIST standard reference material)

米国国立標準技術研究所 (NIST) 固有の認証基準にも合致し, その特性値や試料の適切な使用に関する情報を記載した証明書又は分析証明書が添えられた NIST 発行の認証標準物質

注釈 米国国立標準技術研究所 (NIST) は, 1901 年から 1988 年の間に国家標準局 (NBS) として知られ, 米国国立計測学研究所 (NMI) としても知られている測定標準研究所で, 米国商務省の非規制機関である。

A.4.94

公称最大粒度 (nominal top size)

粒度分布測定において材料の少なくとも質量の 95 %が通過するふるいの最小目開き。

注釈 1 ふるいの種類と目開きサイズを選択するには ISO 3310-1,-2 又は JIS Z8801-1,-2 を参照すること。

注釈 2 ペレットの場合は円孔板ふるいを用いる。

A.4.95

非木質バイオマス (non-woody biomass)

草本, 果実, 水生バイオマス若しくはこれらの混合物又は混在物から作られたバイオ燃料

注記 果樹の幹, ポプラやヤナギのようなエネルギー作物は, 木質バイオマスに含まれる。

A.4.96

事業者 (operator)

燃料サプライチェーンにおける一つ又は複数の活動を担当する機関又は企業

注釈 1 事業者とは, 例えば, バイオ燃料生産者又はバイオ燃料供給者の下請け (協力) 業者である。

注釈2 第一事業者とは、サプライチェーンの最初に業務する機関又は企業である。

A.4.97

有機物 (organic matter)

燃料の可燃部分

A.4.98

振動ふるい分級器 (oscillating screen classifier)

粒度分布の計算のために、材料をサイズ階級への分別に使用する一つ又は複数の振動（平型）ふるいを含む装置

A.4.99

全乾物 (oven dry matter)

特定の条件下で恒量に乾燥した、無水のバイオマス

A.4.100

オーバーサイズの粒子、過大径粒子 (over size particles)

特定の粒子サイズの限界値を超えた粒子

注釈 限界値は三つの寸法で与えられる。

A.4.101

粒子 (particle)

物質の個々の単位

A.4.102

粒子密度、DE (particle density)

単一粒子の密度

注釈 粒子内の細孔を含む。

A.4.103

粒度、粒子径、粒子サイズ、P (particle size)

測定された粒子の大きさ

注釈1 異なる測定方法によって異なる結果となることがある。

注釈2 粒度分布及び微粉も参照のこと。

A.4.104

粒度分布 (particle size distribution)

固体燃料中の種々の粒子サイズの割合

A.4.105

粒度縮小、粒子粉碎 (particle size reduction)

最大粒度の試料又はサブ試料を粉碎すること

A.4.106

パイル (pile)

堆積物、山積み

A.4.107

配送地点 (point of delivery)

燃料ロットの所有権と責任を組織又はユニットから他に移転する際に、配送契約で指定された場所

A.4.108**プレス（展圧）添加剤（pressing aid）**

高密度化燃料の生産を強化するために使用する添加剤

A.4.109**一次バイオマス（primary biomass）**

光合成によって直接生産され、栽培している畑や森林から収穫又は採取されたバイオマス

例 エネルギー穀物、多年性草類、木質系作物、作物残さ、伐採による残さ。

A.4.110**生産者（producer）**

燃料の生産を担う組織又は部門

注釈 1 生産者は、バイオ燃料の特性を改変する目的の操作について、責任を負う。

注釈 2 生産者は燃料の供給者でもあり得る。

A.4.111**工業分析（proximate analysis）**

所定の方法で、特定の条件下による、全水分、揮発分、灰分及び固定炭素を測定する固体燃料の定量分析

A.4.112**粉碎燃料、研磨燃料（pulverised fuel, grinded fuel）**

粉碎又は研磨によってできた、粉じん及び粉末形態の固体燃料

注釈 粉じん燃料及び粉末燃料も参照のこと。

A.4.113**品質（quality）**

一連の固有の特性が要件を満たす度合

A.4.114**品質保証（quality assurance）**

品質マネジメントの一部であり、品質要件を満たす信頼を備えていることに重点を置いているもの

A.4.115**品質管理（quality control）**

品質マネジメントの一環として、品質条件を満たすことに重点を置いているもの

A.4.116**再生建築用材（recovered construction wood）**

建物建築又は土木工事から生じる使用済みの木材

A.4.117**標準物質、RM（reference material）**

装置の校正、測定方法の評価又は材料に値を付与することに用いるために、一つ以上の特性値が十分に均質で、適切に確定されている材料又は物質

A.4.118**基準温度（reference temperature）**

熱化学の国際基準温度 25 °C

注釈1 J.8.7 を参照。

注釈2 バイオ燃料の発熱量の温度依存性は小さい [1 J/(g・K)未満]。

A.4.119

繰り返し精度 (repeatability)

同一の試験試料材から採取した試料について、同じ試験室で同じ方法を用いて試験したときのそれぞれの試験結果間の一致の精度

A.4.120

再現精度 (reproducibility)

同一の試験試料材から採取して、異なる試験室で異なるオペレーターが異なる装置を用いて試験したときのそれぞれの試験結果間の一致の精度

A.4.121

ロータリースクリーン、回転ふるい (rotary screen)

粒度分布の計算のために、材料をサイズ分級することに使用する円柱ふるい付き装置

A.4.122

試料 (sample)

材料の分量を表すもので、品質を決定づける 1 つの大口分量からの代表物

注釈 大口試料、一般分析試料、インクリメント、試験室試料、水分分析試料、サイズ分析試料及びサブ試料も参照のこと。

A.4.123

試料の分割 (sample division)

通常、試料又はサブ試料の質量縮分量にあたる、適切に分割した試料又はサブ試料

A.4.124

試料の調製 (sample preparation)

元の試料から代表的な試験室試料又は測定試料を得るための操作

A.4.125

サンプリング、試料抽出 (sampling)

試料を作成又は構成するプロセス

A.4.126

サンプリングフォーム、試料抽出形式 (sampling form)

実際にサンプリングを行う方法に関するデータを記録するために、サンプリング中に使用する記録書

A.4.127

サンプリング計画 (sampling plan)

試料として母集団から抜きとる部分の選択、回収、保存、輸送及び調製について予め決めた手順

A.4.128

サンプリング証明書 (sampling certificate)

チェックリストとしての役割を果たし、かつ現場に適用するサンプリング技術と付随する重要情報に関して必要な全ての情報を調査員に提供する報告書

A.4.129

おが粉（おが屑、鋸屑）（sawdust）

製材する際に生じる大部分の長さが一般的に 1 mm～5 mm である微粒子

A.4.130**早生樹，短伐期低質林，SRC（short rotation coppice）**

一般に農地で生産される木質バイオマスで（芽を出す）切り株又は根から新しい茎（新芽）を再生して早く成長し、一般的に 1 年～8 年の期間で（収穫が）あるもの

A.4.131**短伐期林業（short rotation forestry）**

一般に林地で生産される樹木で，急速な成長によって短期間（5 年～15 年）で収穫できる樹木の生産

A.4.132**粉碎バイオ燃料（shredded biofuel）**

鈍器で機械的に小さな粒子に処理した固体バイオ燃料

例 細断わら，破碎樹皮，木質の破碎燃料又は破碎チップ

A.4.133**サイズ分析試料（size analysis sample）**

粒度分布を測定するために採取した試料

A.4.134**サイズ縮小，粉碎（size-reduction）**

最大粒度の試料又はサブ試料を粉碎すること

A.4.135**背板（slab）**

切削時に丸太の端材として得られ，かつ樹皮の有無にかかわらず片側が完全又は部分的に元の樹木の外周部をもつ木質バイオマスの一部

注釈 長さはおよそ 200 cm～800 cm。

A.4.136**スラグ（slag）**

熔融（液体）状態にある，又はあったバイオ燃料由来の灰

A.4.137**小木（smallwood）**

鋭利な切削装置で切断されて，その大部分は一般に 50 mm～500 mm の長さをもつ燃料木材

例 粗木片，薪

A.4.138**固体バイオ燃料（solid biofuel）**

バイオマスから直接的又は間接的に製造された固体燃料

A.4.139**固体密度（solid density）**

内部の細孔を除いた固体材料の密度

A.4.140

煤 (soot)

炭素を主成分とし、炭素に富む原料が不完全燃焼したときに生じる黒色の微粒子

A.4.141

そうせき (層積) (stacked volume)

材料間の空間も含む堆積材料の体積

A.4.142

樹幹材, 幹材 (stem wood, round wood)

100 cm 以上の長さで、枝と梢端が除去された樹幹の一部

注釈 日本国内では、用材生産非目的の間伐材 [切り捨て (保育) 間伐材] は一般に林地残材と見なされる。しかしこれらは燃料用に活用される例がみられることから、これを収穫し、長さが 100 cm 以上で枝と梢端を除去した樹幹については、林地残材ではなく樹幹材として取り扱う。

A.4.143

根株, 切り株 (stump)

伐採部より下にある樹幹材の一部

注釈 全木の利用においては、根系は根株に含まれる。

A.4.144

サブロット (sub-lot)

必要な試験結果を得るためのロットの一部

A.4.145

サブ試料, 予備試料 (sub-sample)

試料の一部

A.4.146

測定試料 (test portion)

試験室試料又は試験試料のいずれかのサブ試料

A.4.147

試験試料 (test sample)

試験所で適切な調製をした後の試験室試料

A.4.148

間伐残さ (thinning residues)

間伐に由来する木質バイオマス残さ

A.4.149

全炭素, 炭素含有量 (total carbon, carbon content)

水分を除いた燃料 (無水) 中の炭素 (C) の含有量

A.4.150

全塩素, 塩素含有量 (total chlorine, chlorine content)

水分を除いた燃料 (無水) 中の塩素 (Cl) の含有量

A.4.151

全水素, 水素含有量 (total hydrogen, hydrogen content)

水分を除いた燃料（無水）中の水素（H）の含有量

A.4.152

全質量（total mass）

乾燥物と水分を含む固形燃料の全成分の質量

A.4.153

水分，含水率，全水分，M，U（moisture，moisture content，total moisture）

特定の条件下で除去可能な燃料中の水分

注記1 混乱を避けるため，基準（全質量／湿量基準又は乾燥物／無水ベース）を示す。

注記2 木質バイオマスから作られた木質ペレット燃料の水分，含水率は湿量基準として示す。

A.4.154

全窒素，窒素含有量（total nitrogen，nitrogen content）

水分を除いた燃料（無水）中の窒素（N）の含有量

A.4.155

全酸素，酸素含有量（total oxygen，oxygen content）

水分を除いた燃料（無水）中の酸素（O）の含有量

注釈 一般に固体バイオ燃料の場合，全酸素は，無水燃料中の全灰分，全炭素，全水素，全窒素，全硫黄及び全塩素の合計から残った部分として計算する。

A.4.156

全硫黄，硫黄含有量（total sulphur，sulphur content）

水分を除いた燃料（無水）中の硫黄（S）の含有量

A.4.157

玉切り材，たんころ（tree section）

適切な長さに玉切りされているが用材に加工されていない（枝付き）木の一部

注釈 玉切り材は，パルプ材や森林燃料などに加工することができる。

A.4.158

元素分析（ultimate analysis，elementary analysis，elemental analysis）

特定の条件で全炭素，全水素，全窒素及び全硫黄を定量し，全酸素を算出する燃料の分析方法

A.4.159

使用済み木材（used wood）

目的の使用の済んだ木材物質又は木製品で，一般消費者及び一般社会からの木質廃棄物。自然状態の木材又は単に機械加工された木材で，その使用中に木材には通常含まれない物質でごく僅かに汚染されたもの。

例 パレット，輸送用ケース，ボックス，木製パッケージ，ケーブルリール，建築用木材。

注釈 取扱いに関しては，“木材加工工場からの副産物及び残材”と同じ基準が適用される。使用済み木材は，未使用段階で含まれていた以上の重金属や，防腐や被覆処理に起因するハロゲン化有機化合物を含まない。

A.4.160

揮発分，VM（volatile matter）

特定の条件下で空気が存在しない状態で燃料を加熱したとき，水分を補正した質量減少

A.4.161

体積（volume）

オブジェクト内に囲まれた空間の量

注釈 1 体積とは個々の粒子の固体体積、かさ体積又は材料層積のいずれを指すのか、かつ、材料内に水の質量が含まれているかどうかを常に定めなければならない。

注釈 2 かさ体積、固体体積及び層積も参照のこと。

A.4.162

水可溶分 (water soluble content)

特定の抽出手順を用いて水で抽出される元素の量

A.4.163

湿量基準, ウェットベース (wet basis)

固体燃料に水分を含む条件

A.4.164

全木 (whole tree)

伐倒され、枝払いされない樹木で、根を除くもの

A.4.165

木質燃料, 木質由来燃料, 木材派生バイオ燃料 (wood fuels, wood based fuels, wood-derived biofuels)

木質バイオマス由来の全ての種類のバイオ燃料

A.4.166

木質ペレット (wood pellet)

添加剤を付加し、又は付加しないで木質バイオマスから作られ、通常、形状は円柱状、長さは 5 mm～40 mm、直径は 25 mm 以下で両端が破折した高密度バイオ燃料

注釈 1 木質ペレットの原料は、表 2 に相当する木質バイオマスである。ペレットは、通常、ダイス型で製造され、全含水率は通常湿量基準で質量の 10 %未満である。

注釈 2 ペレット製造のための原料として使用される木質バイオマスは、顧客の要望に従って粉碎される。ペレットを構成する粒径分布は ISO 17830 によって測定される。

A.4.167

木材加工産業副産物, 木材加工産業残さ (wood processing industry by-products, wood processing industry residues)

木材加工及びパルプ製紙産業から得られる木質バイオマス副産物 (又は残さ)。これらは、化学的に無処理の残さ (例えば、剥皮残材、製材、サイズ縮小、成形又は加圧プレスから得られるもの) 又は木材加工並びにパネル及び家具製造 (接着、塗装、被覆、ラッカー塗装、又はその他の方法で処理された木材) から化学的に処理された残さを含む。ただし、化学的処理残材には木材防腐又は被覆処理の結果として重金属又はハロゲン化有機化合物を含有しないものに限定される。

注釈 樹皮、横びき端材、木端、端材、おが粉 (おが屑、鋸屑)、背板、かんな屑及びカッター削り屑も参照のこと。

A.4.168

かんな屑, カッター削り屑 (wood shavings, cutter shavings)

木材のかんながけ時に生じる木質バイオマスの削り屑

A.4.169

木質バイオマス (woody biomass)

樹木、低木及び灌木由来のバイオマス

注釈 この定義には、森林、植林地、その他の未利用木材並びに木材加工産業副産物及び残さ並びに使用済み木材が含まれる。

附属書 B (規定) 試料のサンプリング及び調整

序文

この附属書 B は、木質ペレット試験用試料のサンプリング及び調製について **ISO 21945:2020** Solid biofuels — Simplified sampling method for small scale applications (固体バイオ燃料—小規模利用における簡易サンプリング法)、**ISO 14780:2017** Solid biofuels — Sample preparation (固体バイオ燃料—試料の調製) 及び **ISO 18135** Solid Biofuels — Sampling (固体バイオ燃料—サンプリング) の木質ペレットに関わる部分を引用する。簡易サンプリング法とは小規模利用及び保管時の木質ペレットのサンプリングに対して曖昧な部分を無くし明確な原理を与えるためにあり、木質ペレットの効率的な取引と販売者と購入者間の善良な理解を可能にする手段でもある。簡易サンプリング法の優先事項は、小規模利用の実用的な面で取扱い可能なインクリメント数を採用していることである。また試料の調製は木質ペレットの生産、管理、分析に関して使用することができる。

B.1 適用範囲

この附属書のサンプリング法は、小規模利用及び保管における木質ペレットの試料採取の簡易方法について規定するもので、サンプリング計画と報告書の作成方法も含む。保管量を 100 t 以下とし、公称最大粒度（直径）10 mm までの均整な形状の粒子状材料で、スコップでサンプリングできる木質ペレットに適用する。この附属書のサンプリング法は、例えば含水率、灰分、発熱量、かさ密度、機械的耐久性、粒度分布、灰熔融性試験及び化学組成を試験するときに使用する方法を規定する。また、試料の縮分方法を記載するとともに試料の取扱い及び保管を定義する。

注記 ペレットは自然に一酸化炭素や二酸化炭素ガスを放出する。もしペレットをサンプリングする際にコンテナ、サイロ又は倉庫のような密閉空間で試料採取作業を実施するとき、及び実施中に一酸化炭素及び二酸化炭素濃度を確認するときには、入口に別の人員を控えさせておくこと。

また、この附属書の試料の調製は、大口試料（又はインクリメント）を試験室試料、試験室試料のサブ試料（小口試料）及び一般的な分析試料に縮分する方法を定義している。発熱量、水分、灰分率、かさ密度、耐久性、粒度分布、灰の熔融性、化学組成又は不純物について試料を分析するとき、この附属書で定義されている方法を試料の調製に用いることができる。

B.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。これらの引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 14780:2017 Solid biofuels — Sample preparation
(ISO 14780:2017 固体バイオ燃料—試料の調製)

ISO 18135:2017 Solid Biofuels — Sampling
(ISO 18135:2017 固体バイオ燃料—サンプリング)

ISO 21945:2020 Solid biofuels — Simplified sampling method for small scale applications
(ISO 21945:2020 固体バイオ燃料—小規模利用における簡易サンプリング法)

B.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

B.4 記号及び略語

d_{95}	バイオ燃料の最大直径 (mm)
m	ロット又は副ロットの量 (kg 又は t)
V_{incr}	インクリメントの最小量 (L)
V_{req}	予備分析に必要な量 (L)
W	サンプリング器具の幅 (mm) 幅が少なくとも材料の公称最大粒度の 2.5 倍あり、通常の特大の材料粒子がサンプリング装置に入るのに十分広くなければならない。
Mp	水分損失の割合
$m_{\text{sample},1}$	試料の初期質量 (g)
$m_{\text{sample},2}$	予備乾燥後の試料質量 (g)

B.5 サンプリング

B.5.1 原理

サンプリングの大原則は該当ロット全体から代表的な試料を得ることである。試料で代表されるロット又は副ロットの粒子はいずれも試料中に等しい確率で含まれるのが望ましい。これを実現するためにはサンプリング計画が必要となる。図 B.1 にサンプリング手順における主な段階を示す。

特定の状況下（例えば、据付け型の組込式貯蔵庫、サイロ、コンテナ）では、代表試料の採取が不可能なことがある。

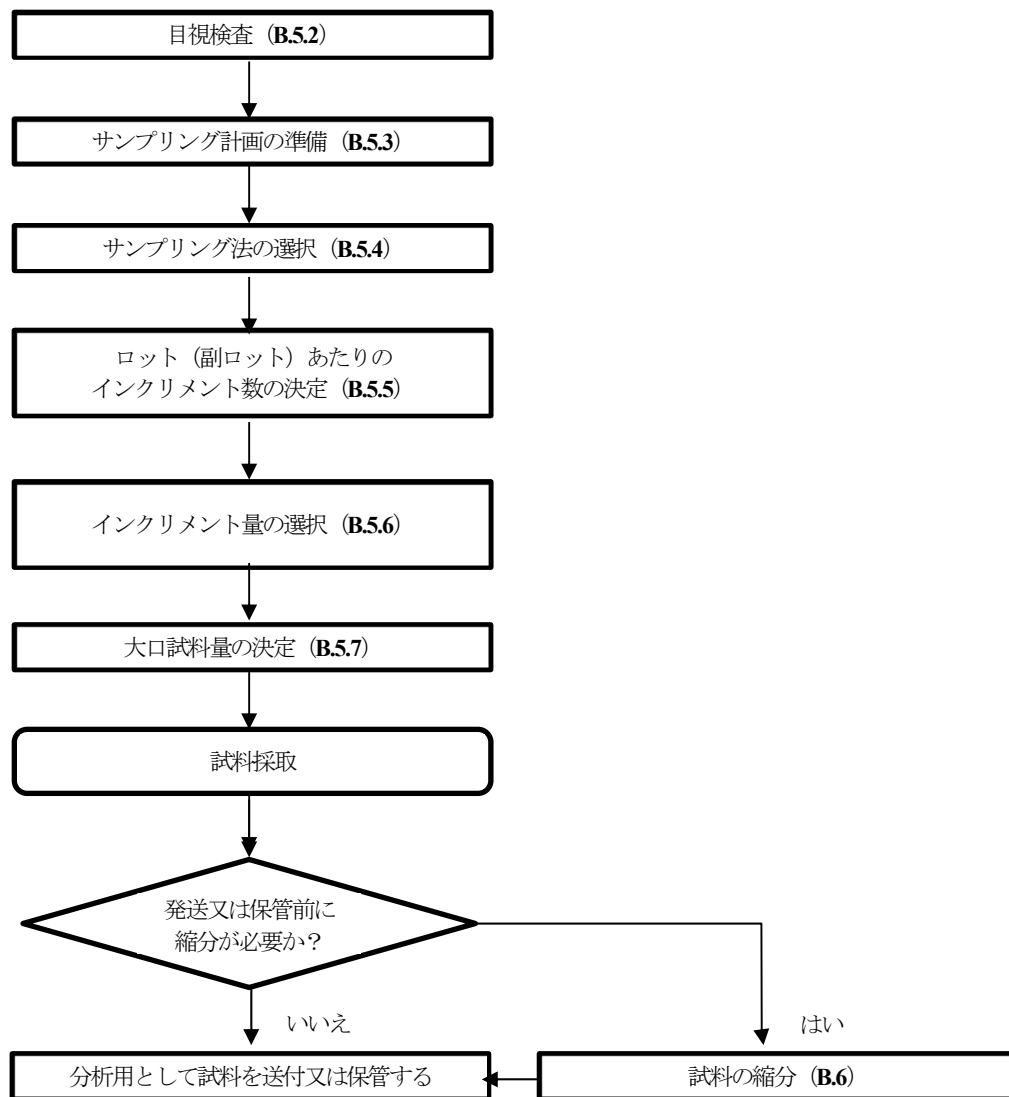


図 B.1ーサンプリング手順

B.5.2 目視検査

固体バイオ燃料の分類の選択又は検証に目視検査を実施しなければならない。サンプリング計画に基づいてサンプリング器具やサンプリング方法の検証や選択も目視検査によって行われなければならない。もしロット又は副ロットが実質的に不均質な材料の混合物から構成される場合又は不純物（土壌や金属片のようなもの）が含まれる場合は、サンプリング報告書に記載しなければならない。

また、粒度分布測定を行う場合は、ロット全体の表面を目視検査して最長粒子を検出するのが望ましく、加えてサンプリング及び試験時には、その長さもサンプリング報告書に記載しなければならない。

注記1 目視検査時には、ばらつきの程度を記録するために写真撮影することを勧める。

注記2 過大サイズの粒子を記録するのに写真は有効である。それゆえに粒子サイズを推定できるように写真中に折り尺又はその他のスケールを添えることを勧める。

B.5.3 サンプリング計画及び報告

サンプリング担当者はサンプリング計画を準備しなければならない。サンプリング計画は**附属書 B.A** に示す様式を複写するか、**附属書 B.A** から適宜選択した項目からなる独自様式又は文書を作成することで準備できる。

一度作成すれば、本様式はサンプリング報告書となる。

サンプリング計画は次の要素を含まなければならない。

- a) この附属書の参照
- b) 試料の固有識別記号
- c) サンプリング担当者の氏名と連絡先
- d) サンプリング日時
- e) 試料の起源を特定するために必要な情報（例えば、供給者、保管場所、顧客、取引名称）
- f) ロット又は副ロットの種類 [例えば、パイル（堆積物）、サイロ、貨物倉、保管庫、トラック]
- g) 静置又は移動材料からのサンプリング
- h) ロット又は副ロットの識別記号
- i) ロット又は副ロットの質量又は体積
- j) ペレットの取引形態
- k) インクリメント数
- l) 必要試料量
- m) 可能であれば、試験室に送った試料量及び包装の数
- n) 大口試料を試験室へ送付前に縮分したかどうかの有無
- o) 試験室送付時の試料梱包方法（例えば、密閉コンテナ、プラスチック容器）
あわせて、以下の項目も考慮に含めること。
- p) 静置材料をサンプリングする場合、試料を採取した場所（中央、底部などに加え、可能であればサンプリング場所を図示すること）
- q) ロット保管の情報（例えば、材料への到達方法、気象条件、屋内又は屋外保管、覆いの有無）
- r) サンプリング手法（例えば、スコップ、ショベル、停止ベルト）
- s) 同一の保管場所又は堆積場所における、他由来材料の有無に加え、可能であればその推定量（例えば、ペレット保管物に前ロットのペレットが残留する場合）
- t) およその公称最大粒度
- u) その他詳細事項（例えば、目視検査の所見）

B.5.4 サンプリング方法

B.5.4.1 一般事項

正しいサンプリングとは、最終試料に各ロットの一部が全て同じ確率で含まれるようにしなければならないが、その原則を満足する方法で試料を採取することは困難である。材料が静置状態のとき（例えば、サイロ、ストックパイル又はトラック）は、サンプリングの原則が達成される可能性は低い。移動中の材料では（例えば、ベルトコンベア上、輸送器械への荷役途中）その原則を満たしやすい。したがって可能な限り移動中の材料からサンプリングすることが好ましく、分析対象の燃料パラメータ（物理的特性）に影響しないよう注意を払わなければならない。

サンプリングに関して次の一般事項を考慮に入れなければならない。

- a) サンプリング器具が適切に洗浄され、維持されていなければならない。次の試料の汚染を防ぐために器具は毎回のサンプリング後に管理されなければならない。
- b) 例えば水分の損失又は増加、微粉の形成などを回避するなどして、採取された材料の完全性が保証されなければならない。例えば、迅速に作業して試料を密閉容器（例えば、プラスチック袋又はバケツ）に移すことは、サンプリング中に水分の損失又は増加を回避する一役となる。
- c) 1つの大口試料に属する全てのインクリメントは次のようであなければならない。
 - 1) 同一の方法で採取すること。
 - 2) 等しい質量又は体積であること。
 - 3) 材料のいかなる汚染や損失をせずにサンプリングバケツに移すこと。
 - 4) インクリメント又は大口試料質量（体積）が大きすぎて取扱いや搬送が出来ない場合は、**B.6** に記載される方

法に従って量を縮減すること。

- d) サンプルングを実施する全ての者は、器具又は方法を使用する上で適切な特別教育又は訓練を受けなければならない。
- e) 健康や安全に関するあらゆる事項を考慮しなければならない。

B.5.4.2 静置材料のサンプルング方法

B.5.4.2.1 小口包装（≤50 kg）からのサンプルング

個々の包装で構成されるロットをサンプルングする場合、1 次インクリメントは包装全体又は包装の一部で構成される。ペレット袋包装では、全てが同じ確率で選択されることを確実にしながら、ロット全体からランダムに選択しなければならない。選択する包装数は、表 B.1 から決定しなければならない（B.5.5 参照）。微粉の分離は静置ばら積み材料に関して問題ではないので、移動材料サンプルングの枠内から最小インクリメント数を決定しなければならない。この場合、1 つの包装は、包装全体又はその一部をインクリメントとして採取するかどうかは関係なく、1 つのインクリメントに対応する。

包装がコンベヤーで輸送される場合（例えば、袋詰めラインで袋詰め後）、ロットは、特定の時間枠、特定の数の包装などとして定義できる。インクリメントは、定義された層から系統的に無作為に採取するか、又はロット全体から完全に無作為に採取しなければならない。

包装が保管されている場合、包装がロット全体からの無作為な選択を確実に出来るようにすることが重要である。全てのインクリメントを1 つのパレットから採取するのでは無く、最低3 つのパレットから採取することが望ましい。

開封するパレット数を最小限に抑える必要がある場合、又は全てのパレットへのアクセスが困難又は不可能である場合、正しいサンプルング原則に従わないことから測定結果に影響する可能性があることをサンプルング報告書に記載しなければならない。

包装の一部のみをインクリメントとして採取する場合、動きやすいペレットの場合はスコップを使用して、手作業で採取しなければならない。微粉率又は過長粒子割合を分析する場合は、包装を完全に空にしなければならない、B.6 に従って試料縮分を実施する。

B.5.4.2.2 コンテナ、トラックからのサンプルング

サンプルングは、可能な場合は常に、ペレットが移動中に行うことが望ましい。（例えば、荷役中。）

サンプルング器具がコンテナ底部に到達できない場合は、サンプルング報告書に必ず記載しなければならない。

B.5.4.3 移動材料からのサンプルング方法

B.5.4.3.1 一般事項

ロット又は副ロットは、代表試料の対象となるコンテナ（船倉、ワゴンなど）内の全ての材料、若しくは連続生産又は運搬の場合には指定された時間間隔でサンプルングポイントを通過する全ての材料として定義されなければならない。間隔は、質量又は体積で定義することもできる。

インクリメントは、次の2つの方法のいずれかに従って、ロット全体に割り当てなければならない。

- a) **系統的インクリメント抽出** インクリメントは、一定の時間、質量又は体積の間隔でロット全体から均等に分散して採取される。
- b) **層別ランダムインクリメント抽出** ロットを等しい層（時間、質量又は体積）に分割して、それぞれからイン

クリメントをランダムに採取する。この方法は、工程に周期性又はサイクルが予想される場合に好まれ、サイクル周波数と一致する周波数（又はその倍数）でインクリメントを採取することを避けられる。

B.5.4.3.2 落下流からの手動サンプリング

通常、手動サンプリングは質量流量が小さいときのみに適する。質量流量が大きい場合は、安全上の理由から機械式設備を推奨する。

サンプリングは、落下材料の流れを通過して落下流れの断面全体を切り出せるように、サンプリングバケット（図 B.2 参照）又は他の適切な器具を使用しなければならない。サンプリングバケット又は他のサンプリング器具は、インクリメント採取中コンテナが満杯にならないように十分な大きさでなければならない。インクリメントを採取する際、サンプリングバケット又は他のサンプリング器具は、規定された最低減の高さまで充填されなければならない。

落下流からのサンプリングは、さまざまな箇所からインクリメントを採取することで、落下流の材料の断面全体を代表できる。このような場合には、燃料の流れが分離しうることに注意を払わなければならない。

流れの断面全体にわたってインクリメントを採取できない場合は、サンプリング報告書に明確に記載しなければならない。

注記 落下流の中でサンプリング器具を不必要に長く留めておくと、試料が分離する可能性がある。

B.5.4.3.3 ベルトコンベアからの手動サンプリング

試料は、スコップを用いて、質量流量の方向を横切って採取されなければならない。試料は、ベルトの幅全体及びベルト上の材料の厚全体にわたって採取されなければならない。

注記 スコップを流れの中で不必要に長く留めておくと、試料が分離する可能性がある。

B.5.5 最小インクリメント数

ロット又は副ロットから試料を得るのに必要な最小インクリメント数を表 B.1 に示す。

表 B.1—ロット又は副ロットからサンプリングするための最小インクリメント数

副ロット又はロット量, m	$m \leq 30\text{ t}$	$30\text{ t} < m \leq 100\text{ t}$
移動材料からのサンプリング	5	10
静置材料からのサンプリング	10	15

ペレット袋のような小口包装（50 kg 以下）をサンプリングする場合、インクリメント数は移動材料からのサンプリング枠から選択しなければならない。

必要なインクリメント数を採取できない場合は、サンプリング報告書に記載しなければならない。

B.5.6 最小インクリメント量

ばら積み材料からのインクリメント (V_{incr}) の最小量（体積）は、表 B.2 から導出される。

表 B.2—インクリメント量の要求値

材料	最小インクリメント量 (L)
ペレット, 直径 : 6 mm	0.3
ペレット, 直径 : 8 mm	0.5

ペレット袋の場合、1 つのインクリメントが 1 つの袋に対応づけられる。ペレット袋からペレットをサンプリング

する場合、最小インクリメント量（表 B.2 参照）は、選択した全ての袋から採取しなければならない。

サンプリング担当者は、用いたサンプリング器具を報告書に記録しなければならない。インクリメントは、必要な分析に適した分の大口試料を取得するのに十分に多い量であることに留意する。大口試料の量が分析に必要な分に満たない場合は、インクリメント量の代わりにインクリメント数を増やして良い。

B.5.7 大口試料量の決定

サンプリング担当者は、実施試験項目を考慮して、測定に必要な量（ V_{req} ）を計算しなければならない。特に、反復試験分の試験試料、結果に疑義が生じた場合への予備試料を考慮に入れて計算しなければならない。個々の分析に必要な量に関する情報は、分析を実施する試験室から提供されなければならない。ペレットの代表的な分析を実施するための量は表 B.3 に記載されている。

大口試料を得るには次の選択肢を用いなければならない。

- 全インクリメントを 1 つの容器に直接入れて 1 つの大口試料にしてから試験室へ送る。この場合は、大口試料が試験室試料にもなる。
- インクリメントと一緒に混合して大口試料とする。大口試料は B.6 に記載のように縮分調製される。
- 各インクリメントを別々の容器に入れて試験室へ送る。試験室はインクリメントを併合して試験室試料を調製する。

表 B.3—ペレットの分析に必要な試料量

固体バイオ燃料	分析に必要な量 ^{a) b)}		
	かさ密度と機械的耐久性又は粒度分布を対象外	機械的耐久性又は粒度分布を対象	機械的耐久性又は粒度分布とかさ密度を対象
ペレット	1 L	4 L ^{g)}	12 L ^{g)}
注^{a)} 木質ペレット燃料に関する試料分析：ペレットの場合、粒度分布パラメータのサンプリング量の計算は不要である。 注^{b)} 水分の 1 回の測定（附属書 C 及び附属書 D 並びに附属書 J の手順による測定）に基づいて計算された試料量。 注^{g)} 微粉率を測定するには追加で 8 L～10 L の試料を必要とする。			

B.5.8 手動サンプリングの器具

B.5.8.1 一般事項

サンプリング器具は、代表試料を与えられるように、サンプリング担当者が偏りのないインクリメントを採取しなければならない。サンプリング器具の容量は、B.5.6 で記載するように最小インクリメント量の要求値（ V_{min} ）を満たさなければならない。サンプリング器具の開口部は、標準的な過大サイズ粒子がサンプリング器具に入るのに十分な幅でなければならない。ペレットのサンプリングでは、開口部は最低 70 mm でなければならない。

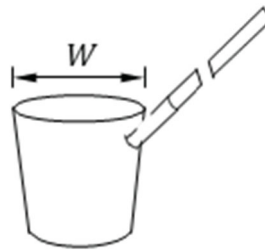
サンプリング器具は堅牢で、機能を損なうことなく、物理的な力、摩耗及び長時間の使用に耐えられるものでなければならない。全ての可動部分は、点検と保守をしやすくなっていることが望ましい。

サンプリング担当者が安全に採取出来るようにサンプリング器具を選択しなければならない。

スコップ使用時は、試料材料を片手で押し付けて器具へ入れることができる。

B.5.8.2 落下流用のサンプリングバケツ

サンプリングバケツは図 B.2 に示すように、上部が円形の開口部を有していなければならない。代替として正方形又は長方形の開口部にすることもできる。サンプリングバケツの開口上部の寸法は、バケツがサンプリング対象の流れの断面全体を切り出せるように十分に大きくなければならない。サンプリングバケツの高さは、インクリメントのサンプリング中にバケツの少なくとも縁まで確実に充填されるように十分になければならない。サンプリングバケツは、取っ手又は他の支持手段（例えばレール上に置く）を有し、サンプリング担当者がサンプリング対象のバイオ燃料の落下流れの断面全体を安全に横切れるようにしなければならない。



記号説明

W : サンプリングバケツの幅

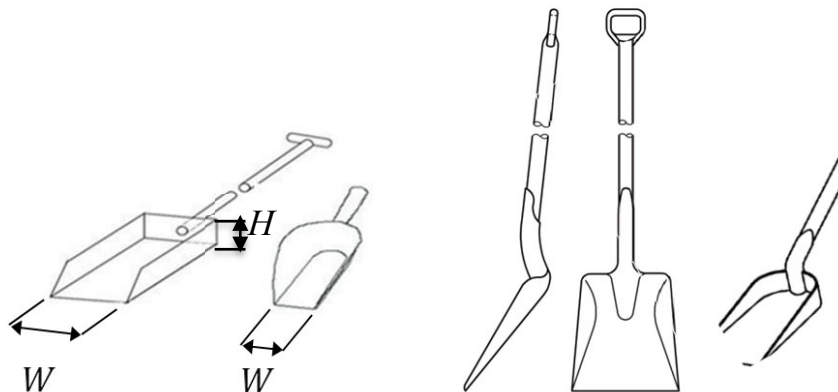
図 B.2—サンプリングバケツの例

注記1 ペレットの流れが大きい場合、手動でサンプリングするにはサンプリングバケツが大きく重すぎてしまうため、機械的なサンプリングが推奨される。

注記2 図 B.2 に示すサンプリングバケツは、スラリー用スコップとして市販されている。

B.5.8.3 スコップ

スコップは、図 B.3 a) に示すように、器具としての一般的な要件を満たすように設計するとよい。



a) スコップ

b) ショベル

記号説明

W : スコップの幅

H : スコップの高さ

注記 スコップは静置パイルからサンプリングするのに最適である。

図 B.3—スコップ、ショベルの例

B.5.8.4 ショベル

ショベルは、図 B.3 b)に示すように、器具としての一般的な要件を満たすように設計するとよい。

B.6 試料の縮分

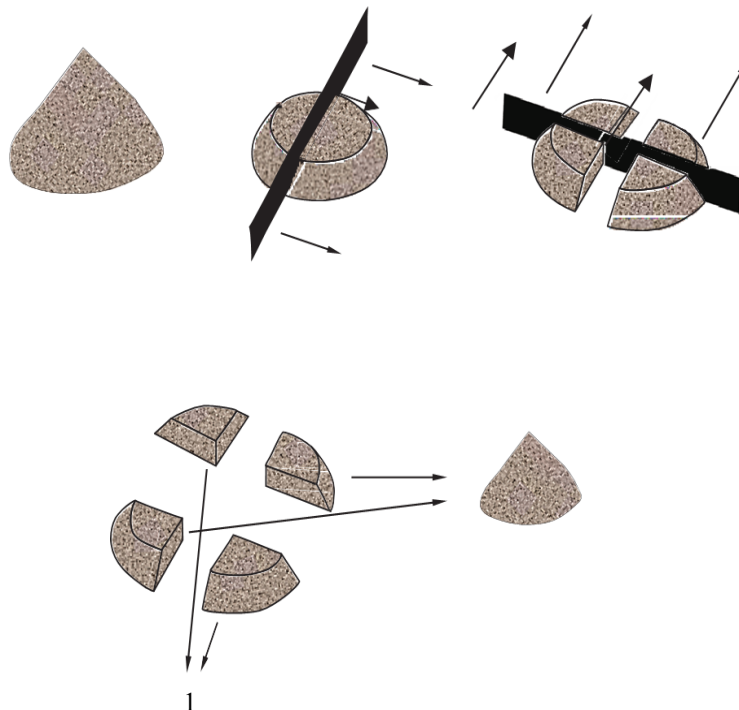
B.6.1 一般事項

大口試料の量が試験室に送る必要量を超える場合は、試料の縮分を実施しなければならない。

試料縮分の主な原則は、試料調製の各手順において現場で採取された試料の組成が変化しないことである。各サブ試料は元の試料を代表するものとする。この目標を達成するために、試料分割前の試料中の全ての粒子は、試料分割後のサブ試料に含まれる確率に等しいものとする。

B.6.2 手動による縮分方法

ショベルで手作業をすることになるばら積み材料に対しては、円錐四分法を用いることが望ましい。この方法は対象材料のサブ試料を約 1 kg まで作成するのに適している。均質化のために大口試料全体を清潔で硬い面の上に置く。ショベルで大口試料を円錐状の山に積み上げ、バイオ燃料が円錐の側面全体に流れ落ちて均等に分散して異なる粒度が十分に混合されるように、ショベルで毎回すくった分全てを前に積み上げた円錐状の山の上に重ねる。この作業を繰り返す。ショベルを円錐の頂点に繰り返し垂直に挿入して円錐を平らにし、均一な厚さと直径を持ちショベルのさじ部よりも高くない平らな山にする。ショベルを垂直に挿入して、直角の対角線状に平らな山を扇形に 4 分割する（図 B.4 参照）。この操作には十字型の薄板を使用できる。相対する 1 対の扇形の試料を棄却する。必要量のサブ試料が得られるまで円錐四分法を繰り返す。特に流れ落ちて分離しやすいような材料や粒子のときは、サンプリング対象の分割物中の全ての粒子が保持できるように注意を払うことが望ましい。



記号説明

1: 棄却する

注記 頂上部分でサンプリング器具を空にしながら円錐状のインクリメントの山を作ると、均質化の第一段階を代用できる。

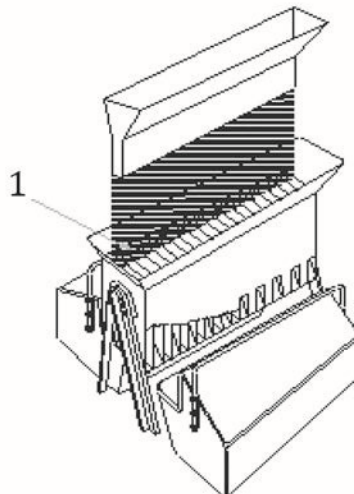
図 B.4—円錐四分法による縮分

繰り返しての円錐作成は試料の均質化に使用してもよい（例えば、現場でかさ密度測定を行う前など）。

B.6.3 リフルボックス（二分割器）による方法

リフルボックスを閉塞（ブリッジ）せずに通過できるペレットの場合は、試料を縮分するには、リフルボックスを使用することが望ましい。

リフルボックス（二分割器）は、スロット数が等しく、各側面に少なくとも6つ（可能であれば多い方が望ましい）、隣接するスロットが材料を異なるサブ試料に向けるようにし、スロットの幅は、二分される材料の公称最大粒度の少なくとも2.5倍にする（図 B.5 参照）。



記号説明

1: 幅

図 B.5—リフルボックス（二分割器）の例

B.7 試料の取扱いと保管

B.7.1 試料の包装、保管、運搬

試料は適切な密閉容器又はプラスチック製袋に入れなければならない。測定パラメータに応じて、以下の事項を確実にするために特に注意を払うことが望ましい。

- a) 一般に気密包装が確保されなければならない。プラスチック製のバケツを使用する場合は、蓋で密閉されなければならない。試料に鋭利な粒子が含まれ、プラスチック袋を使用する場合、袋はいかなる損傷を防ぐのに十分に耐えうる強度でなければならない。
- b) 粒度分布のみを測定する場合は、試料を箱に入れるか他の適切な包装にしてもよい。ただし、微粉の損失を回避するよう注意を払わなければならない。
- c) 試料は不必要な直射日光を避けて保管しなければならない。

- d) 生物劣化がわずか又は無い場合、試料を乾燥した涼しい場所に6か月以内に保管してよい。
- e) 保管中は試料の状態が損なわれないように、常に対策を講じていることが望ましい。

B.7.2 識別／表示

容器は輸送時に以下に示すラベルを表示しなければならない。

- a) 試料の固有識別コード。
 - b) サンプルングの日時。
 - c) ロット又は副ロットの識別コード
- 次は必要に応じて
- d) サンプルング担当者の氏名

B.8 サンプルング報告書

サンプルング報告書（附属書 B.A）は、サンプルング計画に必要な情報全てを含まなければならない（B.5.3 参照）。

B.9 試料の調製

B.9.1 一般

発熱量、水分、灰分率、かさ密度、耐久性、粒度分布、灰の溶解性、化学組成及び不純物について試料を分析するとき、次に定義されている方法で試料の調製を行う。

B.9.2 粉碎装置

B.9.2.1 切削機（Cutting mill）

切削機は、木質ペレットの粒度を約 1 mm 以下に縮小するために使用することができる。切削機には、この範囲をカバーする様々な目開きサイズのふるいが提供され、製造された材料の公称最大粒度を制御する適切なふるいが含まれる。処理されている材料で塞がれないように設計されていれば、他の装置を使用することもできる。分析で測定する成分がかなりの量含まれている切削面をもつ切削機を使用しないこと。

1 mm 未満の一般分析試料を調製するために、切削機を使用する場合の手順例を示す。

例 最初に試料は 5 mm スクリーンを通過させ、次いで 1 mm スクリーンを通過させて粉碎する場合、5 mm のふるいを使用して、試料を粗い粒子群（5 mm のふるい上に保持）と細かい粒子群（5 mm のふるいを通過）に分ける。5 mm のスクリーンを含む切削機を用いて粗い粒子群を処理する。

粗い粒子群と細かい粒子群を組み合わせ、試料を均質化する。1 mm のふるいを使用して、試料を粗い粒子群（1 mm ふるい上に保持）と細かい粒子群（1 mm のふるいを通す）に分ける。1 mm のスクリーンを含む切削機を用いて粗い粒子群を処理する。粗い粒子群と細かい粒子群を組み合わせ、試料を均質化する。

注記 1 金属（主成分又は副成分）を分析する場合は、試料調製又は粉碎装置からの汚染がないように注意する。

注記 2 クロスビーターミル（横叩解型粉碎器）は粉碎部と受入容器の間にダストフィルター（フィルターソックスのようなもの）が取り付けられているとき、粉じんを過大に発生させずに使用できる。クロスビーターミルは、切削機で予備粉碎した後、硬い木質物質を最終的に挽くことに適している。

B.9.3 保管とラベリング

試料は、密閉プラスチック容器又は袋に入れなければならない。各試料には、試料の識別番号、サンプリングの日付及び時刻、ロット若しくはサブロットの識別番号又はコードを表示したラベルを貼る。

附属書 B.A
(参考)
サンプリング計画及びサンプリング報告書の例

表 B.A.1—ばら積み材料のサンプリング計画の例

試料の固有識別コード：	サンプリング日時：
サンプリング担当者	
氏名：	事業体名：
電話番号：	E-mail：
供給者／購入者（出所の識別）	
名称：	所在地：
ロット／副ロット	
識別コード：	
ロット／副ロットの種類：	質量又は体積： t 又は m ³
バイオ燃料	
バイオ燃料の種類：	およその公称最大粒度： mm
試料：	
必要量（細分箇条B.5.7参照）： L	送付前に縮分を行ったか？ ☐ はい ☐ いいえ
試験室への送付量： L	送付した包装の数：
インクリメント数：	包装の種類：
サンプリング：	
☐ 静置材料 ☐ 移動材料	サンプリング方法：
静置材料の場合—場所（略図を示すこと）：	
保管／サンプリング条件に関する情報：	
保管物に異なる起源の材料の有無 ☐ いいえ ☐ はい（その材料と推定量： ）	
その他情報/特記事項（例 パイルの略図）：	

附属書 C (規定) 長さ及び直径の測定

序文

この附属書 C は、ISO 17829:2015 Solid Biofuels — Determination of length and diameter of pellets (固体バイオ燃料—ペレットの長さ及び直径の測定) について、この規格が適用される非産業用 (住宅用及び業務用) 木質ペレット燃料に
関係する部分を引用する。

C.1 適用範囲

この附属書は、ペレットの直径及び長さの測定方法について規定する。ペレットの長さに関しては、オーバーサイズペレットの割合の測定及び平均長さの測定方法も含む。

C.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版 (追補を含む。) は適用しない。

ISO 17829:2015 Solid Biofuels — Determination of length and diameter of pellets
(ISO 17829:2015 固体バイオ燃料—ペレットの長さ及び直径の測定)

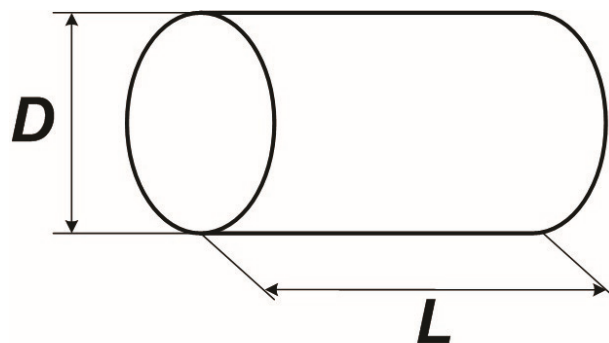
C.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

C.4 原理

代表的な試験試料の燃料ペレットの長さ及び直径は、ノギス (キャリパー) を用いて測定する。ペレットの長さは、円柱の軸に沿って測定する。直径は軸に垂直に測定する (図 C.1 及び図 C.2 参照)。

注記 ペレットの長さは軸方向に最大の長さとする。



記号説明
D： 直径
L： 長さ
図 C.1ーペレットの長さ及び直径

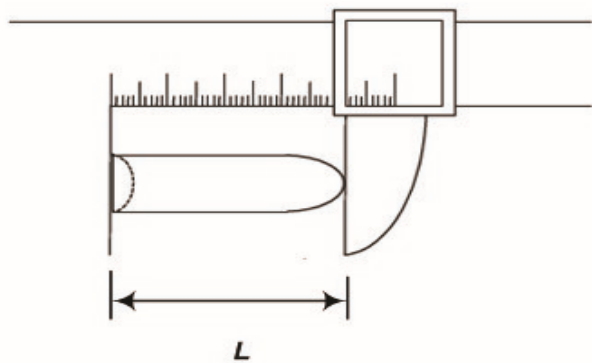


図 C.2ーノギスを用いたペレットの凸状及び凹状断面の中央点間の長さの測定

C.5 試験装置及び試験器具

- C.5.1 測定用ノギス 長さ及び直径を計測するために最小読み取り長さ 0.1 mm まで測定できるもの。
- C.5.2 天びん 0.01 g の精度で読み取れるもの。
- C.5.3 ふるい ISO 3310-2 に従い、円孔 3.15 mm の目開きをもつもの。

C.6 試料の調製

長さ及び直径を測定するための試験試料は、附属書 B に従ってサンプリングし、調製する。試験試料は、二組の測定試料に分割する。一組の集団は 10 粒のペレット、もう一組は表 C.1 に従い最小量からなるものとする。ペレットはランダムに抽出する。

表 C.1ー測定試料の量

ペレットの直径クラス	最小測定試料量
≤ 6 mm	30 g ～ 40 g
> 8 mm	40 g ～ 50 g

両方の測定試料は、ISO 3310-2 に準拠した目開き円孔 3.15 mm のふるいを用いて附属書 I に従ってふるいにかける。
注記 試料の粉碎及びふるい分けを粗雑に行うと、ペレットの表面を変え、結果に影響を与える可能性がある。

C.7 手順

C.7.1 ペレット直径クラスの測定

ペレット 10 粒の測定試料で直径クラスを決定するため、各ペレットの直径はノギス (C.5.1 参照) を用いて測定する。各測定の結果を記録する。表 1 で定義されたクラスに最も近い直径測定値の平均値によってペレット直径クラスを決定する。

C.7.2 個々のペレット長さの計測

ノギス (C.5.1 参照) を用いて、測定試料 40 粒～50 粒のペレット (C.6 参照) の各ペレット長さを mm 単位で計測する。各計測結果を記録する。

C.7.3 オーバーサイズ長ペレット割合の測定

C.7.3.1 計量

ふるい分けた測定試料 40 粒～50 粒のペレットの質量を 0.01 g の桁まで秤量する。

C.7.3.2 長さによる選別

ノギス (C.5.1 参照) を用いて測定試料 40 粒～50 粒のペレットから、表 1 で指定した最大長よりも長いペレットを分離する。

C.7.3.3 長さで分類したペレットの計量

C.7.3.2 で分類したペレットの質量を 0.01 g の桁まで秤量し、結果を記録する。

C.8 計算

C.8.1 ペレット直径クラス

C.7.1 で記録されたペレット直径クラスの平均値及び標準偏差を計算し、それらの結果を 0.1 mm の桁まで表示する。測定試料に異なる直径クラスのペレット (例えば D06 及び D08 の混在物) が含まれている場合は、ペレット直径のクラスごとに平均及び標準偏差を別々に計算し、計測したペレット数の百分率で報告する。

C.8.2 オーバーサイズ長ペレットの割合

C.7.3.3 で得たオーバーサイズペレットの質量を C.7.3.1 で測定した測定試料の質量で除したものに 100 を乗じてオーバーサイズペレットの質量分率 w-% を計算する。表 1 で規定された長さで最大長を超えるもののペレットの粒数を報告する。

C.8.3 ペレット長さの平均値

C.7.2 で測定記録されたペレット長さの平均値及び標準偏差を計算し、その結果を 0.1 mm の桁まで表示する。

C.9 性能特性

この規格が対象とするペレットの性質は様々であるため、この試験方法では精度に関する記述 (繰り返し精度又は再現精度) はできない。

C.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 測定したペレット直径クラス（D06 又は D08）
- e) **C.8.3** のペレット長さの平均値及び標準偏差
- f) 各クラス（**C.7.1** 参照）における直径の平均値及び標準偏差，並びに計測した全ペレット数に対する各クラスの分率（%）
- g) 表 1 に規定されている 40 mm より長いペレットの質量分率（w-%）（**C.7.3.2** 参照）
- h) 表 1 に規定されている最大長より長いペレットの数（**C.7.3.2** 参照）
- i) 10mm より短いペレットの量 w-%（推奨）
- j) 測定中に確認された，結果に影響する可能性がある異常な事象
- k) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 D (規定) 水分の測定—基準法

序文

この附属書 D は非産業用（住宅用及び業務用）木質ペレット燃料の水分の測定について、ISO 18134-1:2015 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 1: Total moisture — Reference method（固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第1部：全水分—基準法）を引用する。

D.1 適用範囲

ISO 18134-1 は、固体バイオ燃料の全乾法による試験試料の全含水率の測定方法を規定するもので、精度の高い全含水率の測定が必要な場合に用いる。この附属書に記載されている方法は、全ての固体バイオ燃料に適用可能である。到着ベースでの固体バイオ燃料の含水率は、試験試料の全質量（湿量基準）に基づいて報告される。

注記 バイオマス材料に使用する場合の含水率という用語については、未処理のバイオマスはしばしば様々な量の揮発性化合物（抽出物）を含有し、全乾法によって含水率を測定する際に蒸発する揮発性化合物（抽出物）の量を含むことから誤解を招きやすい。

D.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18134-1:2015 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 1: Total moisture — Reference method
(ISO 18134-1:2015 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第1部：全水分—基準法)

D.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

D.4 原理

固体バイオ燃料の測定試料は、恒量に達するまで大気中で 105 °C の温度で乾燥し、含水率は測定試料の質量損失と浮力効果の補正を含めて計算する。

D.5 試験装置及び試験器具

D.5.1 乾燥オープン 温度 105 °C ± 2 °C の範囲内で制御することができ、炉内雰囲気 を 1 時間当たり 3 回～5 回換気できるもの。気流速度は、測定試料の粒子が試料トレイから飛び出さない程度であること。

D.5.2 試料皿及びトレイ 耐腐食性で耐熱性のある材料からなり、全測定試料を 1 cm^2 当たり 1 g 以下の割合で保持するような寸法のもの。トレイ表面は、吸着又は吸収の可能性が最小限になるようにすべきである（十分にクリーンで、表面が均一であること）。

D.5.3 天びん 0.1 g の桁まで読みとることができるもの。

D.6 試料の調製

D.6.1 試料の粉碎

全含水率の測定のための試験試料は、**附属書 B** に従って試料を調製する。

D.6.2 試験試料の予備乾燥

試料の調製過程では試験試料は予備乾燥されていてもよい（**附属書 B** 参照）。この場合、**D.8.3** に詳述する式(D.2)を使用して全含水率を計算する。

警告 乾燥した固体バイオ燃料は吸湿性をもつ。測定試料の調製中に水分が失われないように注意する。測定試料からの顕著な水分の損失は、室内雰囲気では数分後に起こる。

D.6.3 測定試料の量

測定試料の量は、最小量が 300 g でなければならない。

D.7 手順

D.7.1 測定試料の取扱い

空でクリーンな乾燥トレイを 0.1 g の桁まで秤量する。

測定試料を容器（容器又は袋）から空のクリーンな乾燥トレイに移し、材料 1 g 当たり表面積 1 cm^2 を超えないように、材料を均一に広げる。容器内面に水分が残っている場合は、容器内を空にする前に容器を振って材料に水分を再吸収させる。

D.7.2 測定試料の計量及びトレイの浮力補正

加熱前に測定試料の入ったトレイを 0.1 g の桁まで秤量する。

加熱前に同じ空のクリーンなトレイ（基準トレイ）を 0.1 g の桁まで秤量する。

注記 1 浮力補正のための手順には、基準トレイが含まれる。まだ熱い状態のトレイ質量は、浮力のために冷たいトレイ質量よりも小さい。浮力効果の程度は、トレイのサイズと質量に依存する。

その後、 $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ に温度制御されたオープン内に基準トレイと同時に測定試料を載せたトレイをいれる。いずれも恒量に達するまでトレイを加熱する。恒量とは、 60 分間の加熱期間中測定試料の初期質量に対して $\pm 0.2\%$ を超えない変化量として定義される。必要な乾燥時間は、材料粒子の大きさ、オープンにおける雰囲気の変化速度及び材料層の厚さに依存する。

オープンから二つのトレイを取り出し、水分の吸収を避けるために、まだ熱い状態で 10 秒～ 15 秒以内に 0.1 g の桁まで計量する。熱いトレイに直接接触しないように、天びん上皿に断熱材を置く。

注記2 必要な乾燥時間は、同等粒度をもつ類似燃料種の予備試験で決定する。

オープンに過負荷をかけないこと。トレイ上部及び隣接トレイ間のスペースは、空気及び湿気が自由に流れるようにしなければならない。揮発性化合物の不必要な損失を防ぐために、一般に、乾燥時間は 24 時間を超えてはならない。含水率の測定は2回行うこと。

D.8 計算

D.8.1 概要

全含水率は、**D.8.2** に詳述した式(D.1)に従って湿量基準で計算しなければならない。予備乾燥の試験試料の含水率の測定は、**D.8.3** に詳述する。その結果は湿量基準で **D.10** に従って報告されなければならない。

D.8.2 湿量基準での含水率

測定試料の到着ベースの含水率、 M_{ar} は、質量分率として表し、式(D.1)に従って計算しなければならない。

$$M_{ar} = \frac{(m_2 - m_3) - (m_4 - m_5)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \quad \text{.....(D.1)}$$

ここで、
 m_1 : 測定試料に使用される空のトレイの質量 (g)
 m_2 : 乾燥前のトレイ及び測定試料の質量 (室温での計量) (g)
 m_3 : 乾燥後のトレイ及び測定試料の質量 (熱い状態で計量) (g)
 m_4 : 乾燥前の基準トレイの質量 (室温での計量) (g)
 m_5 : 乾燥後の基準トレイの質量 (熱い状態で計量) (g)

結果は小数点以下第二位まで計算し、両測定値の平均値の小数点以下第二位を四捨五入し、0.1 %単位として報告する。

D.8.3 予備乾燥試料の含水率

この水分測定 (**D.6.2** による。) の前に試験試料を予備乾燥した場合、質量分率で表す全水分 M_T は、式(D.2)で与えられる。

$$M_T = M_p + M_r \times \left(1 - \frac{M_p}{100}\right) \quad \text{.....(D.2)}$$

ここで、
 M_p : 元の試験試料の質量分率として表した予備乾燥による水分損失
 M_r : 予備乾燥した試験試料で測定した残留水分を質量分率で表したもの

D.9 性能特性

この附属書で対象としている固体バイオ燃料の性状が様々であるため、この試験方法に対して正確な説明 (繰り返し精度又は再現精度) を出すことはできない。

D.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

a) 試験実施試験所名及び試験実施日

- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 湿量基準での試験結果
- e) 測定中に確認された，結果に影響する可能性がある異常な事象
- f) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 E (規定) 水分の測定—簡易法

序文

この附属書 E は非産業用（住宅用及び業務用）木質ペレット燃料の水分の測定について、ISO 18134-2:2017 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 2: Total moisture — Simplified method（固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第2部：全水分—簡易法）を引用する。

E.1 適用範囲

この附属書は、固形バイオ燃料の全乾法による試験試料の全含水率の測定方法を規定するもので、例えば現場での日常的な生産管理目的など、最高精度が必要でない場合に用いる。到着ベースの固体バイオ燃料の含水率は、試験試料の全質量（湿量基準）に基づいて報告される。

注記 バイオマス材料に使用する場合の含水率という用語については、未処理のバイオマスはしばしば様々な量の揮発性化合物（抽出物）を含有し、全乾法によって含水率を測定する際に蒸発する揮発性化合物（抽出物）の量を含むことから誤解を招きやすい。

E.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18134-2:2017 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 2: Total moisture — Simplified method
(ISO 18134-2:2017 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法—第2部：全水分—簡易法)

E.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

E.4 原理

固体バイオ燃料の測定試料は、恒量に達するまで大気中で 105 °C の温度で乾燥し、含水率は測定試料の質量損失から計算する。

附属書 D（基準法）と比較すると、この手順との違いは、浮力による影響は無視され、単一測定のみであるということである。また熱い状態のトレイ質量は、浮力のために冷たいトレイの質量よりも小さい。浮力効果の程度は、トレイのサイズと質量に依存する。

E.5 試験装置及び試験器具

E.5.1 乾燥オープン 温度 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ の範囲内で制御することができ、炉内雰囲気を 1 時間当たり 3 回～5 回換気できるもの。気流速度は、測定試料の粒子が試料トレイから飛び出さない程度であること。

E.5.2 試料皿及びトレイ 耐腐食性で耐熱性のある材料からなり、全測定試料を 1 cm^2 当たり 1 g 以下の割合で保持するような寸法のものでなければならない。トレイの表面は、吸着/吸収の可能性が最小限になるようにすべきである（十分にクリーンで、表面が均一であること）。

E.5.3 天びん 0.1 g の桁まで読みとることができるもの。

E.6 試料の調製

E.6.1 試料の粉碎

全含水率の測定のための試験試料は、**附属書 B** に従って試料を調製する。

E.6.2 測定試料の乾燥

測定試料の必要乾燥時間は、とりわけ、試験試料材料の粒子サイズに依存する。必要乾燥時間を短縮するためには、試料の含水率を変化させない前提で、材料の粒度を 31.5 mm 未満に細分化することができる。水分の損失を最小限に抑えるため、空気の換気をなるべくしないで、可能な限り素早く細分化しなければならない。明らかに湿った試料は、水分を損失することなく細分化できないため、予備乾燥しておく。

上記の手順を実行できない場合は、大きな試験試料サイズのままで長い時間をかけ乾燥する。基準の手順からの逸脱は、試験報告書に記録されなければならない。

警告 乾燥した固体バイオ燃料は吸湿性をもつ。測定試料の調製中に水分が失われないように注意する。測定試料からの顕著な水分の損失は、室内雰囲気では数分後に起こる。

E.6.3 測定試料の量

測定試料の量は、最小量が 300 g でなければならない。

E.7 手順

E.7.1 測定試料の取扱い

空でクリーンな乾燥トレイの質量を 0.1 g の桁まで秤量する。

測定試料を容器（容器又は袋）から空のクリーンな乾燥トレイに移し、材料 1 g 当たり表面積 1 cm^2 を超えないように、材料を均一に広げる。容器の内面に水分が残っている場合は、容器内を空にする前に容器を振って材料に水分を再吸収させる。

E.7.2 測定試料の計量

加熱前に測定試料の入ったトレイを 0.1 g の桁まで秤量する。

注記 1 熱い状態での計量時に発生する浮力に関して、測定試料の量に対して必要以上に大きな乾燥トレイを用いない（**附属書 D** 参照）。

その後、 $105^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ に温度制御されたオープン内に置く。恒量に達するまでトレイを加熱する。恒量とは、60 分間の加熱期間中、測定試料の初期質量に対して $\pm 0.2\%$ を超えない変化量として定義される。必要な乾燥時間は、材料粒子の大きさ、オープンにおける雰囲気の変化速度及び材料層の厚さに依存する。オープンからトレイを取り出し、水分吸収を避けるために、まだ熱い状態で 10 秒～15 秒以内に 0.1 g の桁まで計量する。熱いトレイに直接接触しないように、天びん上皿に断熱材を置く。

注記 2 必要な乾燥時間は、同等粒度をもつ類似燃料種の予備試験で決定する。オープンに過負荷をかけないこと。トレイ上部及び隣接トレイ間のスペースは、空気及び湿気が自由に流れるようにしなければならない。揮発性化合物の不必要な損失を防ぐために、一般に、乾燥時間は 24 時間を超えてはならない。

E.8 計算

測定試料の到着ベースの含水率 M_{ar} は、湿量基準の質量分率として表し、式(E.1)に従って計算しなければならない。

$$M_{\text{ar}} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \dots\dots\dots \text{(E.1)}$$

ここで、
 m_1 : 空の乾燥容器の質量 (g)
 m_2 : 乾燥前の乾燥容器及び測定試料の質量 (g)
 m_3 : 乾燥後の乾燥容器及び測定試料の質量 (熱い状態で計量) (g)

結果は、小数点以下第二位まで計算し、算出した値の小数点以下第二位を四捨五入し、0.1 %単位として報告する。

E.9 性能特性

この附属書で扱う固体バイオ燃料の性状が様々であるため、この試験方法に対する正確な説明（繰り返し精度又は再現精度）を与えることはできない。

E.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 湿量基準での試験結果
- e) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- f) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 F (規定) 水分の測定—一般分析試料用

序文

この附属書 F は非産業用（住宅用及び業務用）木質ペレット燃料の水分の測定について ISO 18134-3:2015 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 3: Moisture in general analysis sample（固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法第3部：一般分析試料の水分）を引用する。

F.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料の全乾法による分析試験試料の含水率の測定方法を規定するもので、一般的な分析試料に使用するためのものである。この附属書に記載されている方法は、全ての固体バイオ燃料に適用可能である。到着ベースでの固体バイオ燃料の含水率は、試験試料の全質量（湿量基準）に基づいて報告される。粒子の小さなバイオ燃料は吸湿性が非常に高く、大気中の湿度によって含水率が変わるため、発熱量、炭素含有量、窒素含有量及び灰分の測定と同時に測定試料の水分を測定する。

注記 バイオマス材料に使用する場合の含水率という用語については、未処理のバイオマスはしばしば様々な量の揮発性化合物（抽出物）を含有し、全乾法によって含水率を測定する際に蒸発する揮発性化合物（抽出物）の量を含むことから誤解を招きやすい。

F.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18134-3:2015 Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 3: Moisture in general analysis sample
(ISO 18134-3:2015 固体バイオ燃料—含水率の測定—全乾法第3部：一般分析試料の水分)

F.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

F.4 原理

固体バイオ燃料の測定試料は、恒量に達するまで大気中で 105 °C の温度で乾燥し、含水率は測定試料の質量損失から計算する。

質量分析計などの自動装置は、選抜したバイオマス種からなる標準試料で有効である場合はその装置を使用できる。このような装置を用いた分析は、試料量、温度、雰囲気及び計量精度に関する F.7 に記載された全ての要件を満たさなければならない。

分析試料は、空気中又は窒素雰囲気中で乾燥する。試料材料が 105 °C で酸化しやすい場合には ISO 11722 に従って

窒素雰囲気中での乾燥が望ましい。使用される乾燥雰囲気は、**F.10** に従って報告する。

F.5 試験装置及び試験器具

F.5.1 乾燥オーブン

温度 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ の範囲内で制御することができ、炉内雰囲気を 1 時間当たり 3 回～5 回換気できるもの。気流速度は、測定試料の粒子が試料トレイから飛び出さない程度であること。窒素雰囲気の使用は、**ISO 11722** に詳述する。

F.5.2 試料皿及びトレイ

耐腐食性で耐熱性のある材料からなり、全測定試料を 1 cm^2 あたり 0.2 g を超えない割合で保持し、蓋で適切に覆われる寸法のものでなければならない。トレイの表面は、吸着/吸収の可能性が最小限になるようにすべきである（十分にクリーンで、表面が均一であること）。

F.5.3 天びん

0.1 mg の桁まで読み取ることができるもの。

F.5.4 乾燥剤を入れたデシケータ

大気中からの測定試料への吸湿を最小限に抑えるためのもの。

F.6 試料の調製

F.6.1 概要

全含水率の測定のための試験試料は、**附属書 B** に準拠して採取し、試験室では密封した気密容器又は袋で受け取らなければならない。測定試料は、**附属書 B** に準拠して調製され、公称最大粒度は 1 mm 以下に小さくしなければならない。

警告 乾燥した固体バイオ燃料は吸湿性をもつ。測定試料の調製中に水分が失われないように注意する。測定試料からの顕著な水分の損失は、室内雰囲気では数分後に起こる。

測定を開始する前に、分析試料を良く混合された試料とするため、できれば機械的手段にて容器内で混合する。

F.6.2 測定試料の量

測定試料の量は、最小で 1 g としなければならない。

F.7 手順

空の蓋付き試料皿を $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ で恒量に達するまで乾燥して、デシケータ (**F.5.4**) 内で室温まで冷却する。

注記 同時に複数の試料皿を扱うこと。

蓋を付けた試料皿の質量を 0.1 mg の桁まで秤量する。

最小 1 g の測定試料を試料皿に均等に入れ、その蓋付き試料皿と測定試料の質量を 0.1 mg の桁まで秤量する。蓋を開けた試料皿とその蓋及び測定試料を $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ の炉の中で恒量に達するまで加熱する。

恒量とは加熱時間 60 分間での質量変化が 1 mg を超えない変化量とする。乾燥に要する時間は、材料粒子の大きさ、炉内の換気速度及び材料層厚さに依存するが、最大 3 時間までする。

炉から取り出した直後に蓋をして、試料の入った蓋付き試料皿をデシケータに移し、室温になるまで冷却する。デシケータから測定試料を入れた計量皿とその蓋を取り出し、0.1 mg の桁まで秤量する。

粒子の小さいバイオ燃料は非常に吸湿性が高いので、デシケータから取り出した測定試料をただちに秤量することが重要である。含水率の測定は 2 回行わなければならない。

F.8 計算

分析用としての測定試料の含水率 M_{ae} は、質量分率として表し、式(F.1)に従って計算しなければならない。

$$M_{ae} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \quad \dots\dots\dots (F.1)$$

ここで、
 m_1 : 空の試料皿と蓋の質量 (g)
 m_2 : 乾燥前の試料皿と蓋と測定試料の質量 (g)
 m_3 : 乾燥後の試料皿と蓋と測定試料の質量 (g)

結果は、小数点以下第二位まで計算し、算出した値の小数点以下第二位を四捨五入し、0.1 %単位として報告する。

F.9 性能特性

F.9.1 繰り返し精度

同一の試験試料材から採取した試料について、同じ試験室で同じ方法を用いて試験したときのそれぞれの試験結果間の一致の精度。結果の差が絶対値で 0.2 %を超えてはならない。

F.9.2 再現精度

異なる試験室では大気湿度及び他の条件に差があるため、再現性に関する値を引用することは実用的ではない。

F.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 湿量基準での試験結果 [又は全ての規格（試験結果に F.8 で示す基準を含めて表記すること）]
- e) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- f) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 G (規定) 灰分の測定

序文

この附属書 G は、灰分の測定について **ISO 18122:2015 Solid biofuels — Determination of ash content** (固体バイオ燃料—灰分の測定) を引用する。灰の化学組成の測定には他の試験標準が使用される。

G.1 適用範囲

この附属書は、全ての固体バイオ燃料の灰分含有量を測定する方法について規定する。

G.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18122:2015 Solid biofuels — Determination of ash content
(ISO 18122:2015 固体バイオ燃料—灰分の測定)

G.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

G.4 原理

灰分は、時間、試料質量及び機器仕様が厳しく制御した条件下で、試料を空气中で $550^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ に加熱後の残さ質量を計算することによって測定する。

注記 灰分をより高温の 815°C で定量する場合 (**ISO 1171** 参照)、 550°C の結果と比較すると、その差は CO_2 を形成する炭酸塩の分解、揮発性無機物質の損失、無機化合物の酸化の進行（高酸化状態）で説明できる。

G.5 試験装置及び試験器具

G.5.1 灰化容器

灰化容器は磁器、シリカ、白金などの不活性材料製の皿で、その大きさは試験試料の充填量が底部面積当たり 0.1 g/cm^2 を超えないこと。

注記 試験試料の充填量が底部面積当たり 0.1 g/cm^2 を超えると、不完全灰化（試料底部）や木材のようなカルシウムを多く含む試料では灰化層上部で CO_2 吸収リスク (CaCO_3) を伴う。

G.5.2 炉

炉は、所定の温度に保たれた均一温度域を有し、プログラミングされた時間内にその温度に到達する能力をもつものであること。また加熱処理中に燃焼に要する酸素の欠乏を生じさせないような換気能力をもつこと。

注記 換気速度は1時間当たり5回～10回で十分である。

G.5.3 天びん

天びんは、0.1 mg の桁まで読み取れるもの。

G.5.4 デシケータ及び乾燥剤

デシケータは、適切な乾燥剤とともに、試験試料が大気中の水分の吸収を防ぐために必要とされる。

警告 固体バイオ燃料の灰は非常に吸湿性が高い、乾燥剤に結合した水分が試料に吸収される危険性がある。したがって、乾燥剤は頻繁に管理し、必要に応じて乾燥させなければならない。さらに、デシケータ内での水分吸収を防ぐため灰化容器を覆う蓋を使用すること。

G.6 試料の調製

G.6.1 一般

灰分測定の実験室試料は、**附属書 B** に従ってサンプリングし、最大粒度が 1 mm 以下になるよう調製されなければならない。

G.6.2 試料サイズ

一般分析試料は、灰分と含水率の測定に十分な材料が含まれていること。

G.6.3 試料の状態

灰分の測定は次のいずれかの方法で行うこと。

- a) 一般分析試料の測定試料について、**附属書 F** に従って同様の測定試料の含水率を同時に測定する。
- b) 試験試料を含水率の測定と同じ乾燥手順を用いて乾燥し、灰分測定に供試（計量）するまで乾燥を保っていた（測定試料は乾燥剤入りのデシケータ内で密閉容器に入れて保管する。）一般分析試料の測定試料を用いる。

注記 ある種の固体バイオ燃料については、指定された精度を維持するために、一般分析試料の公称最大粒度を 1 mm 未満（例えば、0.25 mm）に調製することが必要な場合がある。

G.7 手順

G.7.1 灰化容器の状態

炉内の空の灰化容器を 550 °C ± 10 °C で少なくとも 60 分間加熱する。炉から灰化容器を取り出し、灰化容器を耐熱板上で 5 分～10 分間冷却した後、乾燥剤入りのデシケータに移し、周囲温度まで冷却する。灰化容器の冷却後 0.1 mg の桁まで計量し、質量を記録する。

注記 1 複数の灰化容器を同時に処理することができる。

注記 2 815 °C での灰分測定については、**ISO 1171** を参照のこと。

G.7.2 一般分析試料の状態

一般分析試料は、測定試料を計量する前に注意深く混合しなければならない。灰化容器の底に少なくとも 1 g の測定試料を置き、底面を覆うように均一に広げる。灰化容器と測定試料を 0.1 mg の桁まで計量し、質量を記録する。測定試料をあらかじめ全乾した場合は、灰化容器と測定試料の両方を 105 °C で乾燥させ、水分の吸収を防止して計量する。

注記 灰分量が非常に低いと予想される場合は、精度を向上させるために、より多くの量の測定試料（より大きな灰化容器）を使用する。

G.7.3 測定試料の灰化

冷めた炉に灰化容器を入れ次の温度プログラムに従って測定試料を加熱する。

- 炉の温度を 30 分～50 分間で 250 °C まで一定速度（すなわち、4.5 °C/分～7.5 °C/分の昇温速度）で昇温し、発火前に測定試料の揮発性物質を除去する目的でその温度を 60 分間維持する。
- 次に炉の温度を 550 °C ± 10 °C まで 30 分間かけて一定速度（すなわち、10 °C/分の昇温速度）で昇温する。所定温度に到達後、その温度レベルを少なくとも 120 分間維持する。

G.7.4 計量

炉から内容物が入った灰化容器を取り出す。灰化容器とその内容物を耐熱板上で 5 分～10 分間冷却した後、乾燥剤入りのデシケータに移し、周囲温度に達するまで冷却する。周囲温度に達した後直ちに 0.1 mg の桁まで計量し、質量を記録する。**G.8** に記載されている方法で測定試料の灰分を計算する。

G.7.5 灰化の完了

完全な焼却が疑わしい場合（目視での煤の存在など）は、灰化容器を高温炉（550 °C）に入れ、30 分間での質量の変化が 0.5 mg より少なくなるまで続ける。

灰化を促進するためには、蒸留水滴又は硝酸アンモニウム水溶液を数滴垂らし、冷えた（室温で）炉に再度入れ 550 °C ± 10 °C に再加熱してさらに 30 分間での質量の変化が 0.5 mg より少なくなるまで続ける。

一般分析試料については、最低 2 回測定する。

G.8 計算

無水ベースでの灰分, A_d : 無水ベースでの質量百分率は、式(G.1)を用いて計算する。

$$A_d = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \dots\dots\dots (G.1)$$

ここで、
 m_1 : 空の灰化容器の質量 (g)
 m_2 : 灰化容器と測定試料の質量 (g)
 m_3 : 灰化容器と灰の質量 (g)
 M_{ad} : 測定に使用される測定試料の含水率 (%)

結果は、小数点以下第二位まで計算し、算出した値の小数点以下第二位を四捨五入し、0.1 % 単位として報告する。

G.9 性能特性

G.9.1 繰り返し精度

同一の一般分析試料から採取した 2 組の代表的測定試料について、同じ試験所の同じオペレーターが同じ装置で同時にではないが短時間内に行った重複測定結果の差が表 G.1 に示す値を超えてはならない。

G.9.2 再現精度

同じ試料から採取した代表的な測定試料について、二つの異なる試験室で実施された重複測定結果の平均値の差が表 G.1 に示した値を超えてはならない。

表 G.1 繰り返し精度及び再現精度

灰分	結果間の最大許容差	
	繰り返し精度	再現精度
<1 %	0.1 % 絶対値	0.2 % 絶対値
>1 %	10 % 相対値	20 % 相対値

G.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験の実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 無水ベースでの試験結果〔又は全ての規格（試験結果に G.8 で示すような基準を含めて表記すること）〕
- e) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- f) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 H (規定) 機械的耐久性の測定

序文

この附属書 H は、ペレットの機械的耐久性の測定について ISO 17831-1:2015 Solid biofuels — Determination of mechanical durability of pellets and briquettes — Part 1: Pellets (固体バイオ燃料—ペレット及びブリケットの機械的耐久性の測定—第1部：ペレット) を引用する。

H.1 適用範囲

この附属書は、ペレットの機械的耐久性を試験するための測定方法について規定する。機械的耐久性は、取扱い及び輸送において生じる衝撃又は摩耗に対する圧縮燃料の抵抗性を測定する。

H.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 17831-1:2015 Solid biofuels — Determination of mechanical durability of pellets and briquettes — Part 1: Pellets
(ISO 17831-1:2015 固体バイオ燃料—ペレット及びブリケットの機械的耐久性の測定—第1部：ペレット)

H.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

H.4 原理

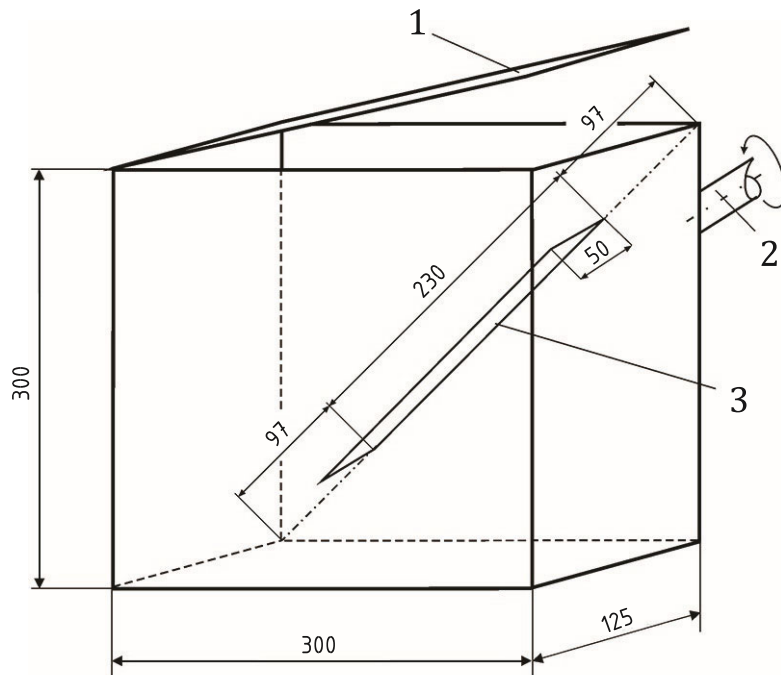
測定試料は、仕様に定める試験箱の回転時にペレットどうしの衝突、及びペレットと試験箱との衝突によって一定の衝撃を受ける。耐久性は、測定試料の質量と、タンブリング（回転による衝撃）試験後に円孔径 3.15 mm のふるいによりふるい分けした残さ試料の質量及びタンブリング試験後の測定試料質量から計算する。

H.5 試験装置及び試験器具

H.5.1 ペレット試験機

ペレット試験機の構造と寸法を図 H.1 に示す（附属書 H.A も参照）。

単位：mm



記号説明

- 1 : 充填扉
- 2 : ドライブシャフト (駆動軸)
- 3 : バッフル (邪魔板)

図 H.1—ペレット試験機の主要部の構造

ペレット試験機は、ペレットをかき混ぜるためのバッフルを内部に取り付けた防塵箱と駆動装置から構成される。

箱は内部が滑らかな表面をもち、リベットやねじなどの突起部は最小限にし、先端を丸めていなければならない(代わりに皿ねじを使用することもできる)。適当な側面に扉を取り付けること。

箱と内側寸法の仕様：

材質：ステンレス鋼 1.5 mm±0.1 mm 厚。

幅：300 mm±3 mm。

高さ：300 mm±3 mm。

幅：125 mm±1.3 mm。

バッフルと寸法の仕様：

材質：ステンレス鋼 1.5 mm±0.1 mm 厚。

長さ：230 mm±2.3 mm。

幅：50 mm±1.0 mm

バッフルは、箱の 300 mm×300 mm の片側の対角線上に設置する。バッフルは、50 mm±1.0 mm の幅を背面に対し直立させ（図 H.1 参照）強く固定する。バッフルの端部は、切断効果を避けるために、鋭利ではなく丸めておくこと。箱は、振動を抑制するために適当なプーリやギヤーを取り付けた電気モータによって毎分 50 回±2 回の一定速度で回転する。回転計をドラムに接続する。

所定数の回転後に自動停止させるため、回転計をモータに接続できる。

H.5.2 ふるい

ふるいは、目開き円孔 3.15 mm で手動ふるい分け（ISO 3310-2 参照）に適していること。ふるいの推奨枠の径は

400 mm である。

H.5.3 天びん

天びんは、0.1 g の桁まで読み取れ、2 kg まで計量できるもの。

H.6 試料の調製

附属書 B に準拠し機械的耐久性の測定用試験室試料を最小 2 kg 採取し、調製する。試験試料は、四つの試験試料に等分する。一つの試験試料は、附属書 D 又は附属書 E に準拠して全含水率測定に供する。残りの三つの試験試料それぞれを、H.5.2 に記載のふるいを用いて微粉（3.15 mm 未満の粒子）を除去し耐久試験に供する。

ふるい分けは、各測定試料を約 5 回～10 回の旋回運動で振って行う。ふるいへの投入試料の推奨量は、ふるい単位面積当たり 0.8 g/cm^2 未満でなければならない。この要件は、例えば枠の径 400 mm のふるい上に 1.0 kg の試料を投入することによって達成される。異なる枠の径のふるいを使用する場合は、同じ投入量になるように材料の量を調整しなければならない。三つの試験試料は、タンブラリング試験（H.7.1）のために併合し、二つに分割してもよい。

H.7 手順

H.7.1 タンブラリング試験の手順

併合された試料から $500 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$ の測定試料の一つを選択する（H.6 参照）。直径 12 mm を超えるペレットについては、 $500 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$ の測定試料が許容される。測定試料を 0.1 g の桁まで計量し、ペレット試験機のタンブラリング試験箱に入れる（H.5.1 参照）。測定試料を毎分 50 回転 $\pm$ 2 回転で 500 回転させる。その後、測定試料を取り出し、手動でふるい分けし（H.7.2）、微粉を分離する。

併合された試料から第 2 の測定試料についても同じ手順を実施する（H.6 参照）。

H.7.2 ふるい分けの手順

H.5.2 に記載のふるいを用いたふるい分けについて。タンブラリング試験後の測定試料のふるい分けは、新しい微粉の発生を避けるような方法で行わなければならない。ふるい分けは、タンブラリング測定試料の各々を約 5 回～10 回の旋回運動で次々に振ることによって行う。推奨されるふるいの枠の径は、 0.8 g/cm^2 未満のふるい領域の荷重を達成するために選択される（H.6 参照）。

ふるい分けは完全に行うこと。タンブラリング試験した測定試料のそれぞれについて、ふるい上に残っている材料を計量する。ペレットの耐久性は、H.8 に準拠して計算する。

H.8 機械的耐久性の算出

ペレットの機械的耐久性は、式(H.1)を用いて計算しなければならない。

$$DU = \frac{m_A}{m_E} \times 100 \dots\dots\dots \text{(H.1)}$$

ここで、
DU： 機械的耐久性 (%)
 m_E ： タンブラリング試験前のふるい分けしたペレットの質量 (g)
 m_A ： タンブラリング試験後のふるい分けしたペレットの質量 (g)

二つの測定試料のそれぞれの結果は、小数点以下第二位まで計算し、両測定値の平均値の小数点以下第二位を四捨五入し、0.1 %単位として報告する。

H.9 繰り返し精度及び再現精度

H.9.1 繰り返し精度

同一の試験室試料から採取した 2 組の代表的な測定試料について、同じ試験所の同じオペレーターが同じ装置で同時にではないが短時間内に行った重複測定結果の差が表 H.1 に示した値を超えてはならない。

H.9.2 再現精度

2 箇所の異なる実験室で同じ試験室試料から採取した代表的な測定試料について行われた重複測定結果の平均値は、表 H.1 に示した値を超えてはならない。

表 H.1－繰り返し精度及び再現精度

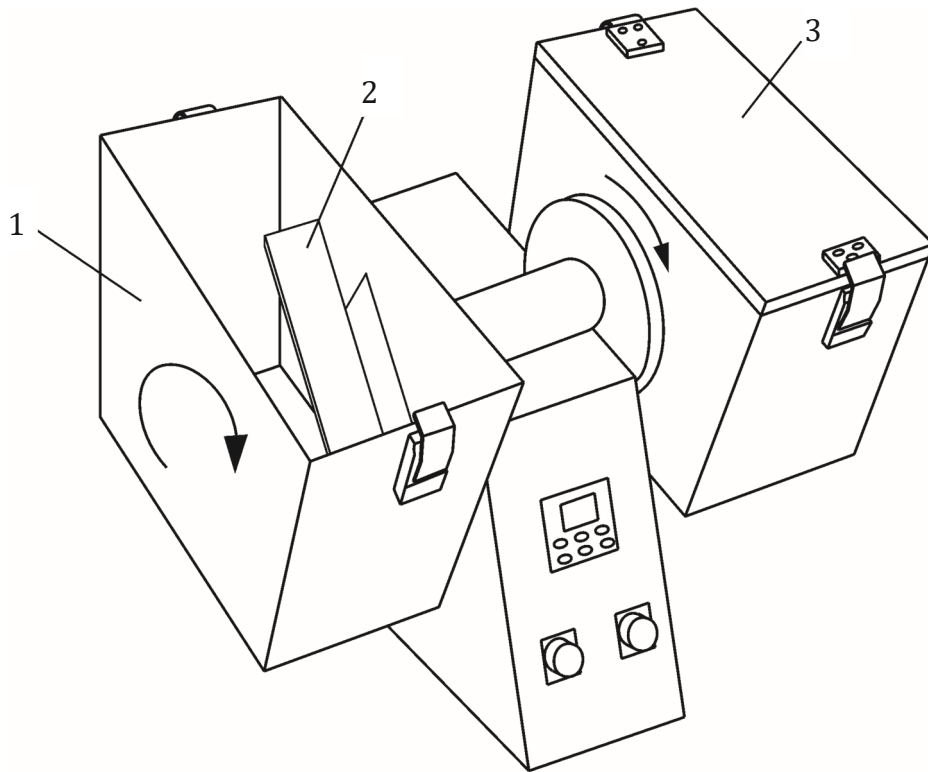
耐久性	結果間の最大許容差	
	繰り返し精度の限度	再現精度の限度
97.5 %以上又は同等	0.3 % 絶対値	0.6 % 絶対値
97.5 %未満	2 % 絶対値	3 % 絶対値

H.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 到着ベースの機械的耐久性の平均値及び含水率
- e) 個々の実験室で試験した全ての到着ベースの機械的耐久性の結果（任意）
- f) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- g) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 H.A
(参考)
二つの箱を備えたペレット試験機例



記号説明

- 1： タンブリング試験箱（蓋を外した状態）
- 2： パッフル
- 3： 蓋を閉じたタンブリング試験箱

図 H.A.1－2 つの箱を備えたタンブリング試験機

附属書 I (規定) 微粉率の測定

序文

この附属書 I は、ペレット試料中の微粉含有量を手動で測定する方法について **ISO 18846:2016 Solid biofuels — Determination of fines content in samples of pellets** (固体バイオ燃料—ペレット試料中の微粉率の測定) を引用する。微粉含有量は、3.15 mm 未満の材料の質量分率として定義される。微粉含有量は、ペレットの積荷中の過剰量の微粉が粉塵爆発のリスクを増加させることと、粉塵吸入による健康上の問題から、重要な要素である。

I.1 適用範囲

この附属書は、目開き円孔 3.15 mm のふるいを通過する物質の量を測定する方法について規定する。

I.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18846:2016 Solid biofuels — Determination of fines content in samples of pellets
(ISO 18846:2016 固体バイオ燃料—ペレット試料中の微粉率の測定)

I.3 用語及び定義

この附属書で用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

I.4 原理

試験試料は、目開き円孔 3.15 mm のふるいを手で水平運動によって振とうしてふるい分けし、通過する材料の質量を測定する。

I.5 試験装置及び試験器具

I.5.1 ふるい **ISO 3310-2** に規定する目開き円孔 3.15 mm の板ふるいを用いる。枠の径は 400 mm のふるいを推奨する。

ふるいの枠は、ふるいが試料を入れることを可能にする高さを持ち、ふるい分け中に試料が自由に動くことができるもの。実用的理由から他のサイズのふるいを使用してもよいが、ふるいの開口部を通る微粉の流れに影響を及ぼし得る試験試料の不十分なかくはんが生じないよう、ふるいが過負荷になっていないことを確認することが重要である。

I.5.2 受け皿 ふるい通過した微粉の収集のために、適切な大きさの採集皿を必要とする。

I.5.3 計量容器 ふるい分け物の計量用で、受け皿又は適切な大きさの別の容器とする。

I.5.4 天びん 天びんは、0.1 g の桁まで読み取れるもの。

天びんは、2 kg まで計量できるもの又はふるい分け物と計量容器の質量を計量できるもの。

I.6 試料調製

I.6.1 試料の粉碎

微粉率の測定試験に使用される試験室試料は、**附属書 B** に準拠して採取する。ペレットの配送では微粉は層状に貯まりやすいため、サンプリング方法は、特別な規定が講じられる。例えば、試験試料の標本を得るために、袋内のペレット全量からサンプリングしなければならない。微粉率測定のためのサンプリングに関しては特別な方法を必要とするため、採取して併合された試料は非常に大きくなる可能性がある。このような大口試料については**附属書 B** に準拠した試料分割手順を用いて、さらに小さな複数の測定試料に分割する。

注記 大量のバルクペレットを取り扱う場合には、貯蔵容器内でしばしばペレットが層別化するおそれがある。また、鉄道車両、トラック及び海洋船のバッチ式輸送によって、ペレット体積中の微粉のばらつきが徐々に大きくなる危険性がある。

I.6.2 測定試料の量

測定試料の量は、**表 I.1** に示すペレットの直径に関連して選択する。

注記 測定試料の量が大きいほど、より高い精度（例えば、**表 I.1** に基づく精度 1 %）が得られる。

表 I.1—ペレット直径クラスの測定試料の最小質量

ペレット直径 (mm)	試料量 (kg)	
	最少	推奨
< 6	3	5 ~ 10
6 ~ 12	5	10 ~ 15

測定試料の全質量は、0.1 g の桁まで計量し、**I.8.3** の品質管理計算のために記録する。

I.7 手順

I.7.1 ふるい分け

ふるい分けは、ペレットから微粉を分離するように行われなければならないが、同時に新しい微粉を作らないようにする。杵の径が 400 mm のふるいに 0.5 kg のサブ試料を入れ、5 回～10 回の水平な旋回運動によって行うのが最もよい。杵の径が 400 mm 以外のふるいを使用する場合、ふるい分けの測定試料からのサブ試料の大きさは、同じ充填度になるよう調整しなければならない。サブ試料をふるい分け後、受け皿の微粉は計量容器に移すか、又は実用上次のサブ試料からの微粉も回収するために受け皿に残したままとする。それぞれのサブ試料からふるい上に残された粗大ペレットを別の容器に移す。

I.7.2 計量

測定試料の全てのサブ試料のふるい分けを完了した後、ふるいを通過した（微粉分）全体の質量とふるい上に残ったペレット（粗大分）の全体の質量を計量する。微粉分の計量は、微粉分をもつ受け皿の質量を計量し、空の受け皿の質量を差し引くか、又は微粉分の全体量計量のために計量容器に移すことができる。

I.8 計算

I.8.1 全分類の全質量

微粉分の質量と粗大分の質量の全分類の合計として、全質量を計算する。

$$m_3 = m_1 + m_2 \quad \dots\dots\dots(I.1)$$

ここで、
 m_1 : ふるいを通過した微粉分の質量 (g)
 m_2 : ふるい上に残った粗大分の質量 (g)
 m_3 : 微粉分の質量と粗大分の質量の合計（全質量） (g)

I.8.2 微粉率

微粉分の質量を全分類の全質量（I.8.1 による）で除した値に 100 を掛け微粉率（w-%）を質量分率として計算する。

$$F = \frac{m_1}{m_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(I.2)$$

ここで、 F : 微粉率（w-%）

I.8.3 品質管理

測定試料の質量（I.6.2）と全質量（I.8.1）との差を計算し、その差を測定試料の質量分率で表す。差が 2 %より大きい場合は、差の原因を調査し、測定を繰り返さなければならない。これが実用的でないか、又は繰り返し測定後の差が依然として測定試料の質量の 2 %を超えている場合、その質量分率の値を I.8.2 による微粉率とともに報告しなければならない。

I.9 性能特性

さし当たり、この試験方法の精度を記述するには十分なデータはない。

I.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 測定試料の質量（I.6.2 による）
- e) 到着ベースでの試験結果
- f) 測定試料の質量と全質量との差が測定試料の質量分率で 2 %を超える場合、その質量分率の値
- g) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- h) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 J (規定) 発熱量の測定

序文

この附属書 J は、ペレットの発熱量を測定する方法について ISO 18125:2017 Solid biofuels — Determination of calorific value (固体バイオ燃料—発熱量の測定) を引用する。

J.1 適用範囲

この附属書は、安息香酸認証標準試料を燃焼して校正を行ったボンベ熱量計で、定体積かつ基準温度 25 °C とする固体バイオ燃料の総発熱量を決定する方法を規定する。

この方法で得られる結果は、分析試料の定容総発熱量であり、燃焼で生成する水分は全て液体状態とする。実際には、バイオ燃料は定圧（大気圧）下で燃焼し、水は排ガスとともに水蒸気として排出される。又は、蒸発する。諸条件下で、利用される燃焼熱は、定圧真発熱量である。定容真発熱量も用いることができ、その両者の値を計算する式を記載する。

附属書本体には、校正及びバイオ燃料試験に関する一般原理及び手順を示す。一方、個々の方式の熱量計使用に関するものは、附属書 J.A～附属書 J.C に示す。附属書 J.D は、規定の方式の熱量計を用いた校正試験及び燃料試験を実施するためのチェックリストである。附属書 J.E には幾つかの計算事例を示す。

J.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 18125:2017 Solid biofuels — Determination of calorific value
(ISO 18125:2017 固体バイオ燃料—発熱量の測定)

J.3 用語と定義

この附属書に用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

J.4 原理

J.4.1 総発熱量

固体バイオ燃料の分析試料は質量を測定後、規定条件下で酸素を圧入したボンベ熱量計中で燃焼させる。熱量計の有効熱容量は、認定証明書に記載されている条件で安息香酸認証標準試料を燃焼する校正試験で測定する。温度上昇の補正は、燃焼前、燃焼中及び燃焼後の温度を測定して求める。温度測定の間隔及び頻度は、使用する熱量計の方式によって決める。燃焼の前に、最初にボンベ内に水を入れ、ボンベ内を水蒸気相で飽和する (J.8.2.1 及び J.9.2.2 参

照)。それによって、試料中の水素及び水分から生成する全ての水は液体の水とみなすことが可能となる。

総発熱量は、点火エネルギー、導火線の燃焼の寄与及び硝酸生成のような副反応からの熱的效果を考慮して、補正した温度上昇及び有効熱容量から計算する。さらに、燃焼ボンベ内で生成する液状硫酸とガス状二酸化硫黄の燃焼熱（バイオ燃料中の硫黄からの反応生成物の燃焼に必要な熱量）の差の補正もする。水とガス状塩酸間でのエネルギー効果は、固体バイオ燃料に関する補正によって値が低いため無視する。

J.4.2 真発熱量

固体バイオ燃料の定容真発熱量と定圧真発熱量は、分析試料について測定した定容総発熱量から計算する。定容真発熱量の計算には、分析試料の水分及び水素含有量が必要である。通常、定圧真発熱量の計算にも、分析試料中の酸素と窒素の含有量が必要である。

J.5 試薬類

J.5.1 酸素 ボンベを 3 MPa まで充填できる高圧のもので、純度は体積分率 99.5 % 以上で可燃物を含まないもの。

電解法で作った酸素は、体積分率 4 % の水素を含む可能性がある。

J.5.2 ヒューズ

J.5.2.1 点火線 直径 0.16 mm～0.20 mm のニッケルクロム線、直径 0.5 mm～0.10 mm の白金線又は燃焼中の熱的挙動に適切に対応できる導電性の素線。

J.5.2.2 コットンヒューズ 白色セルロース綿又はそれに相当するもの（J.8.2.1 参照）。

J.5.3 助燃剤 総発熱量、組成及び純度が既知のもの。例えば、安息香酸、n-ドデカン、パラフィン油、燃焼バック又はカプセル。

J.5.4 標準溶液及び指示薬 ボンベ溶液の分析が必要な場合にのみ使用する。

J.5.4.1 0.05 mol/l 水酸化バリウム [Ba(OH)₂] 溶液

J.5.4.2 0.05 mol/l 炭酸ナトリウム (Na₂CO₃) 溶液

J.5.4.3 0.1 mol/l 水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液

J.5.4.4 0.1 mol/l 塩酸 (HCl) 溶液

J.5.4.5 1 g/l メチルオレンジ指示薬溶液 メチルオレンジ 0.25 g とキシレンシアノール FF 0.15 g を体積分率 95 % エタノール 50 mL に溶解し、水で 250 mL に希釈する。

J.5.4.6 10 g/l フェノールフタレイン溶液 フェノールフタレイン 2.5 g を体積分率 95 % のエタノール 250 mL に溶解する。

J.5.5 安息香酸 熱量測定用安息香酸標準試薬か、認定された標準物質生産業者によって認証されているもの（又はトレーサブルな証明書があるもの）。

酸素ボンベ熱量計の校正は、安息香酸が唯一の推奨物質である。発熱量測定のための総合的な信頼度チェックには、試験物質として、例えば、*n*-ドデカンを用いる。試験用物質は、燃焼速度又は化学組成などの試料特性が、結果に影響を及ぼさないことを示すために用いる。このために試験用物質は試料純度及び燃焼熱が認証されたものでなければならない。

安息香酸は、錠剤状で燃焼させるが、錠剤化する以外は、乾燥やその他の処理を行わずに使用する。これについては試料の認証書を参照する。安息香酸は相対湿度 90 %以下の雰囲気では、大気中の水分を吸収しない。

安息香酸は、可能な限り認定条件に近い条件で使用しなければならない。この条件と異なる場合、認証書の指示に従って補正しなければならない。有効熱容量の計算をするときは、安息香酸の燃焼熱は認証書に明記されている使用条件で使用しなければならない (J.9.2 参照)。

J.6 試験装置及び試験器具

J.6.1 一般

熱量計 (図 J.1 参照) は、燃焼ボンベ式、熱量計槽 (蓋有り又は無し)、熱量計用かくはん機、水温センサ及び導線から構成されていることが必要である。導線は試料の点火、温度測定、又は温度制御回路の一部として、熱量計内部とコネクタで接続されている。測定中、熱量計は恒温槽に封入されている。恒温槽の温度制御をする方法は、熱量測定装置の操作原理を決め、温度上昇補正の評価方法を決めることになる。

アネロイド方式熱量計 (液体を含まない方式) は、熱量計槽、かくはん機及び水が金属ブロックに置き換わったものである。このアネロイド方式では燃焼ボンベ自体が熱量計となっているものがある。

特に結果の処理が高度に自動化された燃焼式熱量測定装置には、その方式が従来式の標準的な熱量計のように明確に規定されていない場合がある。このような場合は、校正条件、校正試験と燃料試験との間の比較可能性、ボンベ体積に対する試料質量の割合、酸素圧力、ボンベ用液体、測定の基準温度及び結果の繰り返し精度について、基本的要求事項を満たしている限りはこの附属書の範疇にある。個々の測定に関する特定のパラメータは印刷する (附属書 J.C 参照)。

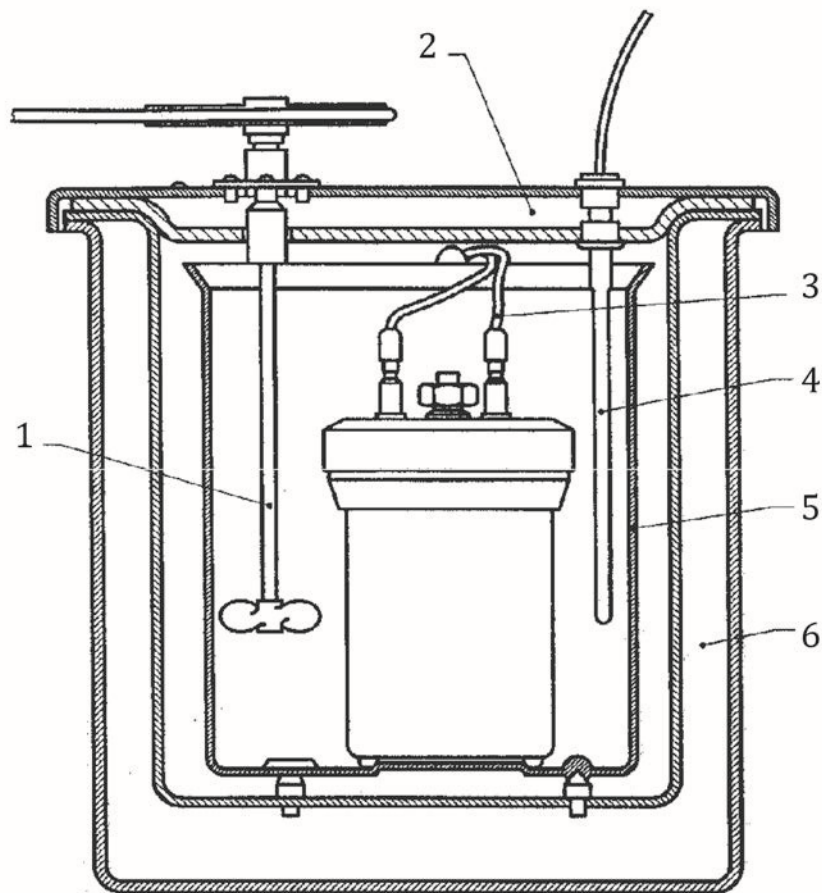
室内条件 (温度変動、換気など) が測定の精度に影響を及ぼす場合があるため、装置の設置は製造者の指示どおりに行う。

この附属書に従う発熱量の測定に適した装置は、J.6.2～J.6.8 に規定する。

J.6.2 恒温槽付き熱量計

J.6.2.1 燃焼ボンベ 燃焼中の圧力上昇に安全に耐え得るもの。形状は、全ての液状生成物を完全に回収できるものとする。容器の材質は、バイオ燃料の燃焼で生成する酸によって腐食に耐え得るものでなければならない。適切なボンベ内体積は 250 mL～350 mL である。

警告 ボンベ部品の磨耗と腐食について、定期的に検査し、主要密閉部分からの漏えいには特に注意する。ボンベの安全な取扱いと使用法に関しては、製造業者の仕様書等を遵守しなければならない。同一仕様のボンベを複数使用する場合、各ボンベは一セットのものとして使用しなければならない。別なセットの部品を交換して使用すると重大な事故につながる可能性がある。



記号説明

- 1: かくはん機
- 2: 外筒 (恒温槽) 蓋
- 3: 点火導線
- 4: 温度計
- 5: 内筒 (熱量計槽)
- 6: 外筒 (恒温槽)

図 J.1—標準的方式の恒温槽を備えたボンベ燃焼熱量計

J.6.2.2 熱量計槽 外面がよく研磨された金属製で、水をかくはんしてもボンベ上部の平らな表面が余すところなく水に浸かったままに保持できる量の十分な水を入れられるもの。蓋は、熱量計の水の蒸発を抑制する。ただし槽との熱的接触がよくない場合は、燃焼中に温度追従が遅れ、恒温槽との熱交換が正確に定量できず、燃焼の主要期間が長引くような事態を引き起こす。

J.6.2.3 かくはん機 (スターラー) 一定速度でかくはんできるもの。かくはん機のシャフトは、熱伝導性が低く、恒温槽下部の設置部位が軽量であり、システム内外の熱移動を最小限にするものが望ましい。すなわち、これはかくはん機のシャフトがかくはん機用モータに直結している場合は特に重要である。蓋付熱量計を使用する場合、シャフトのモータ部分は蓋上部に設置する。

水かくはん式熱量計のかくはん速度は十分に大きくし、熱量計の温度が急激に変化するとき、局所的に水温の高い部分が発生しないようにする。通常、かくはん速度は燃焼の主要期間の長さを 10 分又はそれ以下にするのが適切である (附属書 J.A 及び附属書 J.B 参照)。

J.6.2.4 恒温槽（水筒） 熱量計を完全に包み囲み、熱量計と恒温槽との壁との空間の隙間が約 10 mm のもの。

等温操作を目的とする恒温槽の水体積は、外部からの熱の影響をなくすよう十分大きくしなければならない。試験中、温度は±0.1 K 以内又はそれ以上の精度で制御するのが望ましい。ほとんど温度が変化しない静的な恒温槽は、十分な大きさの熱容量をもつものとし、水の温度変化を制限するものでなければならない。この方式の水ジャケット外筒の特性の許容基準は**附属書 J.B** に示す。

注記 1 断熱式金属静的ジャケット外筒の場合、少なくとも 12.5 L の水体積をもつ幅広い環状ジャケットであれば満足する特性が得られる。

注記 2 断熱材料で保護することで断熱壁を形成する熱量計は、静的外筒型熱量計とみなす。

恒温槽（水ジャケット）が熱量計の温度に厳密に従うことが要求される場合、恒温槽は軽量で、投げ込みヒーター式のものが望ましい。試験試料の燃焼後は、熱量計の水温の 0.1 K 以内で恒温槽内の水温が維持されるように、熱エネルギーが供給されなければならない。定常状態（25 °C）のとき、熱量計の温度において計算した平均ドリフトは、0.000 5 K/min を超えてはならない（**J.A.3.2** 参照）。

J.6.2.5 温度測定器 少なくとも 0.001 K の精度で表示でき、2 K～3 K の温度差が 0.002 K 又はそれ以上の精度で読み取れるもの。絶対温度は、熱量測定の基本温度で 0.1 K の単位まで分かるもの。温度測定器は、適用する温度範囲にわたり、温度変化の応答が線形又は線形化されているもの。

従来式の水銀温度計に代わるものとして、白金抵抗温度計、サーミスター、水晶共振型周波数計などがあり、抵抗ブリッジ、ゼロ検出器、振動数計測器又はその他の電子機器類とともに使用することで適切な精度を与える。このタイプの機器の短期間繰り返し精度は、0.001 K 又はそれ以上の精度とする。長時間ドリフトは、6 箇月間、0.05 K 相当の値を超えないようにしなければならない。発熱量測定において、温度出力に線形応答をもつセンサの場合、ドリフトは、非線形センサよりも偏りを生じにくい。

水銀温度計は、**ISO 651**、**ISO 652**、**ISO 1770** 又は **ISO 1771** に適合したものであり、要求される精度で温度を読みとるには、約 5 倍率の拡大レンズが必要である。

水銀のはり付きを防ぐには、機械的振動装置（バイブレーター）で温度計をはじくとよい（**J.8.4** 参照）。これがない場合は、温度を読みとる前に温度計を指ではじくようにする。

J.6.2.6 点火回路

電源は、通降変圧器を通じて、6 V～12 V の交流又は電池からの直流を供給する。通電中には電流が通じていることを示すため、回路にパイロットランプを取り付ける。

手動点火の場合、点火スイッチは、測定者のリスクが回避されるように、ばね式でオープンタイプのものをセットする（**J.8.4** の警告参照）。

J.6.3 るつぼ シリカ製、ニッケルクロム製、白金製又はこれと同等の不活性物質の材料で製作されたもの。

るつぼは、直径が 15 mm～25 mm、平底で深さ約 20 mm のものがよい。シリカ製るつぼは厚さ約 1.5 mm、金属製るつぼは厚さ約 0.5 mm とする。未燃焼炭素による汚損が発生した場合、例えば厚さ 0.25 mm、直径 15 mm、深さ 7 mm の小形軽量の白金製又はニッケルクロム製るつぼを使用するのがよい。

J.6.4 圧力用附属装置

J.6.4.1 圧力調節器 酸素の充填量を調節するもの。

J.6.4.2 圧力計 0.05 MPa の精度でボンベの圧力を示すもの（例えば 0 MPa～5 MPa）。

J.6.4.3 安全弁又は破裂板 動作圧力 3.5 MPa で、充填ラインに設置し、ポンベの過剰充填を防止するもの。

注記 高圧酸素用の装置には、オイルやグリースを使用しない（仮に必要であれば、装置の取扱説明書に従って、製造元が推奨する高真空グリースを使用する）。液化炭化水素を用いて、圧力計の試験又は校正をしてはならない。

J.6.5 タイマー 分、秒を示すもの。

J.6.6 天びん

J.6.6.1 試料及び導線用天びん 最小目盛が少なくとも 0.1 mg のもの。試料の質量が 0.5 g 程度又はそれ以下の場合には、最小目盛 0.01 mg のものを推奨する（**J.8.2.1** 参照）。

J.6.6.2 熱量計水用天びん 最小目盛が少なくとも 0.5 g のもの（体積を測定して水を熱量計に注入するとき、十分な精度が得られない場合は **J.8.3** を参照）。

J.6.7 恒温槽（任意） 各試験の前に熱量計水をあらかじめ設定した初期温度の約 ± 0.3 K 以内で平衡させるもの。

J.6.8 錠剤成形器（ペレットプレス） 約 10 t の力を油圧又は機械的に加えることができ、直径が約 13 mm で質量が 1.0 ± 0.2 g の錠剤状に成形するのに適した型をもつもの。

J.7 試験試料の準備

発熱量測定のためのバイオ燃料試料は、**附属書 B** に従って密封密閉容器又は袋に採取し、**附属書 B** の手順に従って調製した一般分析試料（目開き円孔 1.0 mm のふるいを通したもの）を用いる。一部の固体バイオ燃料には、要求される繰り返し精度と完全燃焼を保証するために、目開き円孔 1.0 mm 未満のふるい（0.5 mm 又は 0.25 mm）が必要となる場合がある。

固体バイオ燃料は低密度のため、錠剤の形状で試験しなければならない。測定試料としては、小さくて割れない試験片を製造するのに適した力でプレスした、質量 1.0 ± 0.2 g の錠剤を用いる。また、試験は、燃焼バッグ又はカプセル内に詰めた粉末状のものでも行うことができる。

一般分析試料は、十分に混合し、試験室内水分と適切な平衡状態にななければならない。試料含水率は、発熱量測定と同時に測定するか、小さくて密閉性のよい容器に保存してから水分を測定することで、測定試料の適切な水分補正を行う。

一般分析試料の含水率 M_{ad} の測定は、**附属書 F** による。

通常発熱量測定のプロフローチャートは、**附属書 J.H** に示す。

J.8. 熱量測定手順

J.8.1 一般

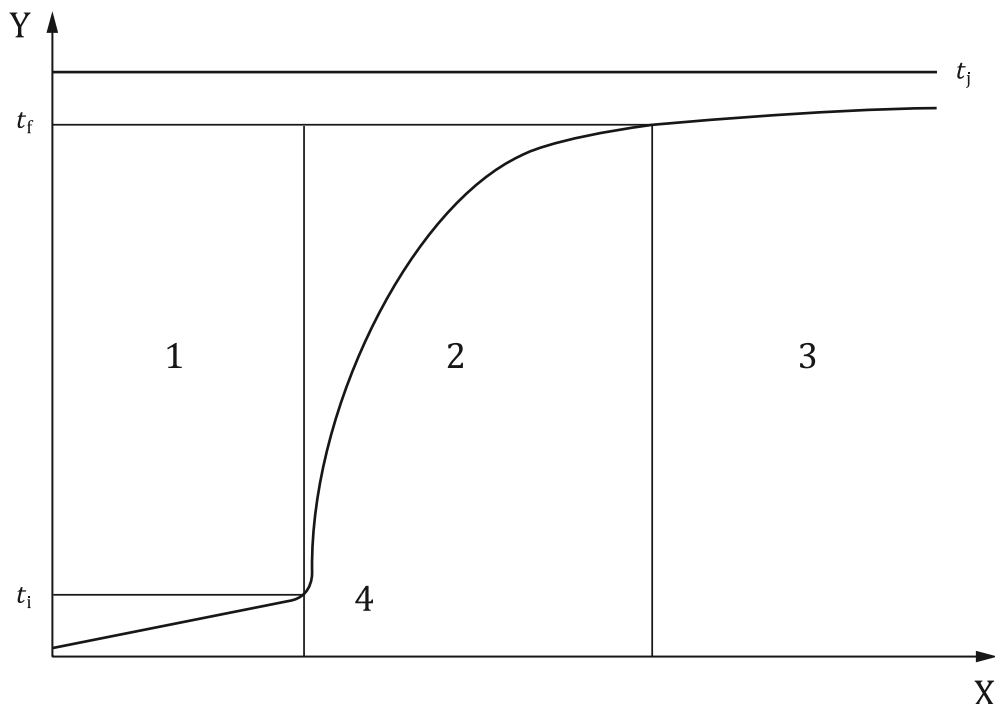
発熱量の測定は 2 種類の試験からなる。すなわち同じ規定条件下における校正物質（安息香酸）の燃焼試験とバイオ燃料の燃焼試験である。2 種類の発熱量測定試験の手順は本質的に同じである。実際、同じ操作を行うのは、例えば温度上昇補正 θ を推定する際に考慮できないコントロール不可能な熱的損失によって生じる系統誤差を適切に相殺

するための要求事項である。

この試験は、(燃焼ボンベ内の高圧酸素気中で) 燃焼反応を行い、規定した燃焼生成物を定量的に得ること及び全試験過程で生じる温度変化を測定することからなる。

温度上昇補正 θ の計算に必要な温度測定は、図 J.2 に概略を示すように、燃焼前、燃焼中 (=反応) 及び燃焼後にわたって行う。断熱熱量計の場合、通常、燃焼前後は、初期 (点火時) の温度と最終温度を決めるのに必要な長さの時間のみ測定すればよい (附属書 J.A 参照)。等温壁型熱量計 (等温ジャケット) 及び静的外筒 (静的ジャケット) 型熱量計の場合、燃焼前後は、熱量計の熱交換特性を明らかにし、燃焼中における熱量計と恒温槽との熱交換に関して適切な補正をする必要がある。したがって、燃焼前後は断熱熱量計より長くする必要がある (附属書 J.B 参照)。

試験中は、かくはん動力を一定に保持して、かくはん速度を一定にしておく必要がある。過度のかくはん速度は、かくはん動力の好ましくない増加を引き起こし、結果的に一定に保つことが困難になる。不安定なかくはんは、短時間にかくはん動力の著しい変動を生じやすくなる。



記号説明

- X : 時間
- Y : 温度
- t_f : 主要期間（燃焼中）の最終温度
- t_i : 点火温度
- t_j : ジャケット温度
- 1: 燃焼前
- 2: 主要期間（燃焼中）
- 3: 燃焼後
- 4: 点火

図 J.2—温度上昇—時間曲線（等温壁式熱量計）

燃焼中、燃焼ボンベ頭部はボンベの他の部分よりもかなり熱いので、温度が急速に上昇する間は、熱量計水中の温度上昇の勾配が緩やかとなるように、燃焼ボンベ頭部の上部の水は十分にかくはんすることが重要である。アネロイド方式の場合、どの程度局所的高温部が発生するかは設計による（附属書 J.C 参照）。

特定のバイオ燃料は、著しい未燃焼試料又は“煤（すす）”を含む難燃性の残さが残ることがある。こうした試料には既知量の助燃剤（例えば、安息香酸、*n*-ドデカン又はパラフィン油）を加えたり、袋又はカプセル、コットンヒューズを使用したり、ボンベから蒸留水を除去したり、又は低圧力の酸素を使用することによって、多くの場合、未燃焼物のない燃焼が可能となる。

助燃剤は、化学的に安定で組成及び純度が既知のものであり、蒸気圧が低く、燃焼熱が十分に確認されたものでなければならない。助燃剤の燃焼熱は、試験試料の 0.10 % 以内であることが望ましい。使用量は、試料を完全燃焼するのに必要な最小量にとどめる。その発熱量は、実験において全燃焼熱の 1/2 を超えてはならない。助燃剤に対する試料の最適比率は、燃料試料の特性に依存し、実験によって決定する必要がある。

補助材料の質量は、その寄与が正確に考慮されるように、できるだけ正確に決定されなければならない。これは炭化水素油の燃焼比エネルギーがバイオ燃料よりかなり高いために炭化水素油が使用される場合に特に重要である。

J.8.2 測定のためのボンベの準備

J.8.2.1 一般的な手順

るつぼに入れる測定試料を、錠剤又は燃焼バッグ又はカプセルに封入した状態で、0.01 %以上の精度ではかりとる。つまり1 gの測定試料（J.9.2 及び J.10.2 参照）に対して、0.1 mgの単位まではかりとる。燃焼用導火線及び点火線は、試料と同等の精度ではかりとり、全ての試験において、その質量は許容精度内で同一に保持する（J.9.4 及び J.9.6.1 参照）。

点火線を燃焼ボンベの電極間に緩みなくしっかりと固定する。燃焼ボンベの点火回路の抵抗をチェックする。通常のボンベでは、ボンベ頭部の外部コネクタ間、又は絶縁された電極コネクタとボンベ頭部間の抵抗は、 $5\ \Omega \sim 10\ \Omega$ を超えてはならない。

導火線を点火線に結び付けるか、又はしっかりと接続させ、るつぼを支持台に置き、導火線を試料錠剤又はカプセルに接触させる。燃焼ボンベ内のるつぼの位置が周囲のボンベ壁に対して対称であることを確認する。

点火線が可燃性かつ電気伝導性である場合、代替の手順にしてもよい。オープンループを形成するのに十分長い点火線を電極に結び付ける。るつぼを取り付けた後、ループを試料錠剤又はカプセルに接触させる（点火線と試料錠剤の間に少し距離をおいたほうが、点火操作がうまくコントロールできる場合がある。）。特に、金属製のるつぼを使用するときは、点火回路が短絡する原因となるため、点火線とるつぼが接触しないように注意が必要である。特殊な導火線はこれらの条件では不要である。燃焼ボンベの点火回路の抵抗は僅かしか増加しない。燃焼ボンベの準備の詳細については、製造業者の指示書も参照すること。

燃焼ボンベに規定量の蒸留水を入れる。その量は、校正と測定の両方において常に正確に同じ量でなければならない（J.9.2.1 と J.9.2.2 参照）。バイオ燃料では通常 $1.0\ \text{mL} \pm 0.1\ \text{mL}$ の蒸留水を燃焼ボンベに加える。バイオ燃料（及び熱量計）によっては、燃焼ボンベから蒸留水を抜くか、助燃剤を使用することによって、完全燃焼を達成できる。幾つかのケースにおいては、ガス状燃焼物が全て吸収されるため、大量の蒸留水（例えば、5 mL）を使用してもよい。

燃焼ボンベを組み立てて、最初に空気を置換せずに約 $3.0\ \text{MPa} \pm 0.2\ \text{MPa}$ の圧力で酸素をゆっくり充填する、又は酸素を約 30 秒間燃焼ボンベ（出口弁を開いた状態で行う。製造元の説明書参照）に流し、その後バルブをゆっくりと閉じ、ボンベに $3.0\ \text{MPa} \pm 0.2\ \text{MPa}$ の圧力で充填する。この操作は校正と測定の両方において、同じ手順を用いる。不注意にも、 $3.3\ \text{MPa}$ 以上の酸素を充填した場合は、試験を中止して、やり直す。

警告 充填中は燃焼ボンベに触れないこと。

以上の準備の後、燃焼ボンベを熱量計に取り付ける。

J.8.2.2 助燃剤の使用

液体助燃剤 錠剤の質量を測定した後、るつぼ内の錠剤に液体補助剤を滴下し（液体を吸収させる。）、添加量を正確に測定する。

固体助燃剤 燃焼バッグ又はカプセルのない固体助燃剤（安息香酸推奨）の使用は推奨しない（試料を錠剤状に成形する前に試料と助燃剤を均質に混合できないため）。

燃焼バッグ又はカプセル 可燃のるつぼで発熱量が既知のもの（ゼラチン、アセトブチレート又はポリエチレン）は製造業者の指示に従って、助燃剤として使用できる（例えば、安息香酸とともに。）。それらは封入前に正確に質量を測定する（J.8.1 参照）。安息香酸のような助燃剤は、試験前にバッグ又はカプセル内で試料と入念に混合する。

J.8.3 熱量計の組み立て

熱量計水は水温を設定した初期温度 $\pm 0.3\text{ K}$ 以内に保ち、必要量を熱量計槽に注ぐ。熱量計中の水量は、全ての試験において 0.5 g 以内又はそれ以上の精度で等しくなるようにする（**J9.6.1** 参照）。熱量計槽は恒温槽に入れる前に、その外面が乾いて清潔であることを確認する。熱量計槽を恒温槽に入れた後（正確な量の水を含む。）、熱量計槽内に燃焼ポンベを取りつける。

代替法として全熱量計の質量一定の基準で発熱量の測定を行うことも可能である（**J9.6.2** 参照）。この場合、燃焼ポンベを熱量計槽内に取り付けてから水の質量を測定する。この場合、組み立てられた燃焼ポンベ、熱量計水及び熱量計槽を合わせた全量の変化は、全ての試験を通して 0.5 g 以内かそれ以上の精度でなければならない。

組み立てられた熱量計は、燃焼ポンベの頭部と蓋の平らな上面を覆うために十分な水を含んでいなければならない。
注記 有効熱容量が 10 kJ/K オーダーの場合、水の質量は 0.5 g 以内で測定する。

燃焼ポンベの頭部が水で覆われたらすぐに、燃焼ポンベのガス漏れを点検する。ガス弁が完全に水没していない場合は、開口部を露出して、少量の水を入れて漏れがないか点検する。点火回路のリード線を接続し、温度計を取り付ける。

警告 燃焼ポンベからガスが漏れる場合は、試験を中止し、漏れの原因を取り除き、再度実施する。ガス漏れは危険であると同時に必ず誤差の原因となる。

冷却水、温度調節器、かくはん器などは、装置のマニュアルに記載されているように動作を確認し調整する。熱量計かくはん機が正しく機能することを確認する。熱量計のタイプに関係なく、恒温槽又はジャケット内が定常状態になるまで、通常約 5 分かかる。定常状態に達したかどうかの判断基準は、熱量計の操作原理に依存する（**附属書 JA** 及び**附属書 JB** 参照）。

J.8.4 燃焼反応及び温度測定

熱量計が定常状態に達したらすぐに、 0.001 K 又はそれ以上の精度で温度を読み取り始める。燃焼前のドリフト速度の確認、又は断熱計が適切に機能しているかの確認には、 1 分間隔での読み取りで十分である。温度測定にガラス水銀温度計を使用する場合は、読みとる約 10 秒前に温度計を軽くたたいてから読み取り、視差による誤差を避けるように注意する。

燃焼前の終わりに、初期温度 t_i が確認されたら、導線に点火して燃焼を開始する。導線を点火するまでスイッチを閉じたままにしておく。通常、電流は、導線が燃焼を開始するか又は部分的に溶融し始めると、自動的に遮断される。燃焼ポンベの点火回路の抵抗が通常の低い値に維持されている限り、反応を開始するのに必要な電気エネルギーは非常に小さいので、それを改めて測定して計算する必要はない。

警告 点火時及びその後 20 秒間は体のいかなる部分も熱量計の上に伸ばしてはいけない。

1 分間隔で温度の読み取りを続ける。 t_i に対応する時間は、主要期間の開始時間を示す。試料点火が開始された後の最初の数分間に温度が急上昇しているときは、 0.02 K の単位まで読みとることが適切である。主な燃焼期間の開始後 5 分以内に、可能な限り早く、温度を 0.001 K 又はそれ以上の精度で読み取りを再開する。燃焼前、燃焼中及び燃焼後の長さの基準、必要とされる温度の読み取りの回数は**附属書 JA** 及び**附属書 JB** に示す。

J.8.5 燃焼生成物の分析

燃焼後の最終時点で、必要な温度の読み取りが全て完了している場合、熱量計から燃焼ポンベを取り出し、圧力をゆっくりと放出し（製造業者のマニュアルに従うこと。）、燃焼ポンベを解体する。燃焼ポンベ、るつぼ及び固体残さ物の内部を慎重に調べ、不完全燃焼の兆候がないか確認する。燃焼しなかった試料や煤（すす）の堆積物が見える場合は、試験を破棄する。点火線から未燃焼部分を取り外し、確認する。

注記 不完全燃焼の場合は、ポンベガス中に一酸化炭素が存在する結果となる。適切な検出管を通して、ガスをゆっくり放出すれば、一酸化炭素の有無が明らかになり、濃度が分かる。 300 mL ポンベ燃焼ガス中の 0.1

mL/L の一酸化炭素は約 10 J の誤差に相当する。

ボンベの内容物を蒸留水でビーカー中に洗い出す。ボンベ頭部の下側、電極及びびるつぼの外側も洗浄する。

校正試験の場合は、混合したボンベ洗浄液について **ISO 10304-1** に記載されているようにイオンクロマトグラフ法で硝酸塩を分析する。又は混合したボンベ洗浄液を約 50 mL に希釈し、水酸化ナトリウム溶液 **J.5.4.3** を用いて約 pH 5.5 を終点として、もしくはろ過したメチルオレンジ溶液 **J.5.4.5** を指示薬として滴定することによって硝酸を定量する。

硫黄及び硝酸の補正を燃焼過程で形成された実際の量に基づいて行う場合、燃料燃焼からのボンベ洗浄液は、次の三つ [方法 a)～c)] の手順、又は同等の方法によって分析する。バイオ燃料の硫黄分及び硝酸の補正值が分かっている場合、ボンベ内の最終的な液体生成物の分析は省略することができる (**J.10.1** 参照)。

- ISO 10304-1** のようにイオンクロマトグラフ法で生成した窒素と硫酸（それぞれ硝酸塩及び硫酸塩として生成される。）を測定する。
- 集めたボンベ洗浄液を約 100 mL に希釈する。二酸化炭素を排出するために洗浄液を沸騰させ、熱いうちに、フェノールフタレイン溶液 **J.5.4.6** を指示薬として用い、水酸化バリウム溶液 **J.5.4.1** で滴定する。20.0 mL の炭酸ナトリウム溶液 **J.5.4.2** を加え、温かい溶液を濾過し、沈殿物を蒸留水で洗浄する。濾液が冷却後、フェノールフタレインの色の変化を無視して、ろ過したメチルオレンジ溶液 **J.5.4.5** を指示薬として使用して、塩酸溶液 **J.5.4.4** で滴定する。
- バイオ燃料の硫黄含有量が分かっている場合は、沸騰したボンベ洗浄液を熱いうちに水酸化ナトリウム溶液 **J.5.4.3** とフェノールフタレイン **J.5.4.6** を用いて滴定してもよい。

J.8.6 温度上昇の補正值, θ

J.8.6.1 温度上昇の観測

主要期間の終了温度を t_f 初期又は点火温度を t_i とすると、観測される温度上昇は $t_f - t_i$ と表される。

J.8.6.2 等温壁式熱量計及び静的ジャケット式熱量計

燃焼ボンベ内の過程で生じた温度上昇に加えて、観測される温度上昇は、熱量計と恒温槽との間の熱交換及びかくはん力からの寄与を含む。熱交換に関する補正熱は、いわゆる熱漏れ補正 Δt_{ex} で表され、これはかくはん力からの寄与を含んでいる [式(J.1)]。

$$t_f - t_i = \theta + \Delta t_{ex} \quad \cdots \cdots \cdots (J.1)$$

したがって、式(J.2)

$$\theta = (t_f - t_i) - \Delta t_{ex} \quad \cdots \cdots \cdots (J.2)$$

Δt_{ex} を求めるには様々な方法がある。最も一般的に用いられている手順はルノー—ファウンダー(Regnault-Pfaundler)とディキンソン(Dickinson)外挿法である。

注記 ルノー—ファウンダー法は、異なる種類の試料の時間 - 温度関係の変化を自動的に考慮しているため、二つの方法の中でより信頼性が高い。

Δt_{ex} の数値評価の詳細な説明と、等温壁式熱量計及び静的ジャケット式熱量計の補正温度上昇 θ は、**附属書 J.B** に示す。 Δt_{ex} の補正式は、式(J.3)及び(J.4)のとおりである。

Regnault-Pfaundler 法 (**J.B.5.2** 参照)

$$\Delta t_{\text{ex}} = (\tau_f - \tau_i) \times g_f + \frac{g_i - g_f}{t_{\text{mf}} - t_{\text{mi}}} \times \left[n \times t_{\text{mf}} - \frac{(t_i + t_f)}{2} - \sum_{k=1}^{k=n-1} t_k \right] \dots\dots\dots(\text{J.3})$$

ここで、
 g_i : 燃焼前（初期期間）における温度上昇速度（K/分）
 g_f : 燃焼後（最終期間）における温度上昇速度（K/分）
 t_{mi} : 燃焼前の平均温度（°C）
 t_{mf} : 燃焼後の平均温度（°C）
 t_i : （= t_0 ）主要期間の開始時（点火時点）の温度（°C）
 t_f : （= t_n ）主要期間の終了時の温度（°C）
 t_k : 主要期間（ t_i は主要期間の開始から1分後の温度であり、 $t_n = t_f$ ）の間に1分間隔で読み取った一連の温度（°C）
 τ_i : 主要期間の開始（点火）時の時間（分）
 τ_f : 主要期間の終了時の時間（分）
 n : 主要期間の1分間隔の区間数

ディキンソン外挿法（J.B.5.3 参照）

$$t_{\text{ex}} = g_i(\tau_x - \tau_i) + g_f(\tau_f - \tau_x) \dots\dots\dots(\text{J.4})$$

ここで、
 τ_x : 温度変化($t_x - t_i$)が観測された温度上昇($t_f - t_i$)の0.6倍となった時間（分）
 g_i 及び g_f : τ_i 及び τ_f における温度上昇速度（K/分）、ルノー—ファウンドラー法と同様に計算する

温度は任意の単位で表現してよい（J.9.6.1 参照）。

J.8.6.3 断熱熱量計

断熱システムでは、熱交換は定義上無視する。しかしながら、通常、かくはん力は断熱制御系の温度で相殺されて、補正が保証されている（附属書 J.A 参照）。補正温度上昇 θ は式(J.5)となる。

$$\theta = t_f - t_i \dots\dots\dots(\text{J.5})$$

そうでなければ、かくはん動力は、試験を通して一定の温度ドリフトとして現れ、容易に補正されるが、温度観測にかかる全期間が長引く可能性がある。

断熱熱量計の補正温度上昇 θ の数値評価の詳細な手順は、附属書 J.A に示す。

J.8.6.4 温度計の補正

ガラス水銀温度計を使用する場合は、温度計の証明書に規定されているように、観測された初期温度 t_i と最終温度 t_f を補正しなければならない。

J.8.7 基準温度

燃焼終了時の温度 t_f は個々の実験の基準温度とする。

J.9 校正

J.9.1 原理

規定条件下での認証安息香酸の燃焼で、ガス状の二酸化炭素及び液体の水へ変化することによって、熱量計の温度変化をもたらす、定義されたエネルギー単位に記述できる。標準的な燃焼方式の熱量計は、質量（熱容量）、構造及び熱交換面に関して長期間にわたって変化しないように維持することができる。これによって、別途一連の測定操作として計器校正が可能になり、熱量計の有効熱容量 ε を決定できる。

この校正定数 ε は、僅かな修理又はシステム内の他の変更が正確に考慮される限り、時間の経過とともに大きく変化しない。しかし、完全自動化された熱量計の一部は物理的にあまり定義されていないため、頻繁に校正が必要となる。毎日校正が必要な装置もある。

系統誤差は、例えば、反応期間中の熱量計水の蒸発、種々の経路を通じての制御不能な熱交換又は断熱温度制御システムにおける不具合及び応答の遅れから生じることがある。このタイプの誤差が解消できるかは、熱量計の時間-温度及び熱量計の全温度変化が、校正試験と燃料試料燃焼試験間で類似しているかによる。校正試験で使用する安息香酸の質量を系統的に変化させることは、特定の熱量計システムの“類似性”の要件を確立するのに便利な方法である（J.9.3 参照）。

J.9.2 校正用物質

J.9.2.1 認証条件

安息香酸の燃焼熱に関する認証値は、試料の質量と初期水分がそれぞれボンベの内体積に対し 3 g/L 酸素の初期圧力が 3.0 MPa であり、基準温度 25 °C であるプロセスをいう。燃焼生成物はガス状二酸化炭素、液体の水及び水溶液に平衡状態で溶解している二酸化炭素と定義する。生成した硝酸は分解する過程のエネルギーによって補正する。ここでは硝酸は分解されて液体の水とガス状窒素と酸素となる。異なる条件で校正を行う場合は、認証値を調整する必要がある。そのような差異を補正する数値式は認証書に記載されている。

J.9.2.2 校正条件

校正条件は、その後の燃料測定に関する熱量測定全体を決定する。約 300 mL の内体積をもつボンベについては、校正物質 1 g と水 1 mL を使用する（J.8.2.1 参照）。体積が 200 mL に近いボンベの場合、0.6 g の安息香酸が好ましく、それに応じて水の量を減らすことが望ましい（校正と測定の両方）。

注記 1 標準的な安息香酸の認証書から引用された認証条件からの変動に対する補正值（安息香酸 1 g 当たり）は、初期圧力、測定試料の質量、水の質量及び試験の基準温度について、それぞれ 5 J/MPa, 1.1 J/g·t¹, 0.8 J/g·t¹ 及び 1.2 J/K である。

注記 2 酸素の初期圧力及び基準温度がそれぞれ 3.0 ± 0.3 MPa 及び 25 °C ± 2 °C 以内に維持される限り、圧力及び温度によって引き起こされる認証値からのずれは ± 3 J/g 以内であり、補正を考慮する必要はない。

注記 3 認定条件からの最も大きなずれは、通常、多量の水、例えば校正物質 1 g 当たり 5 mL を使用することである。300 mL のボンベの場合、11 J/g の認証値の増加を引き起こす。1.0 g の安息香酸と 5.0 mL の水を 200 mL ボンベで使用する場合、認証値は 20 J/g 増加する。この変化は、大部分がボンベ液に溶解する二酸化炭素の割合の増加によって引き起こされる。水を使用しない場合、認証値は 2 J/g 減少する。

注記 4 アネロイド式熱量計のように総熱容量が小さい場合、温度の総変化を小さくするため、試料質量を減らさなければならない（附属書 J.C 参照）。

J.9.3 有効熱容量 ε の有効範囲

有効熱容量について得られた値を大きく変えずに、校正量を少なくとも ± 25 % 変化させることが可能であるべきである。そうでない場合、定数 ε の操作限界値は、測定された全温度上昇から定義する。測定されるバイオ燃料の試料質量を調整することによって、その後の全ての発熱量の測定値はこの温度上昇限度内に維持されなければならない。

使用する校正物質の質量に対する ε 値のプロットは、特定の熱量計の有効熱容量に有意な傾向があるかどうか分かる。この試験では、校正物質の質量を 0.7 g～1.3 g、又は同等の相対量で変化させ、最低 8 回の試験を実施すべきである。ボンベの初期水量を変える必要はない。

例えば 1.0 g の試料の燃焼によって既に校正されたシステムをチェックする便利な方法は、安息香酸を未知のものとして使用することである。0.7 g 及び 1.3 g の試料質量それぞれについて、3 回測定した平均値を認証値と比較する。これは、通常、有効熱容量が生成される熱量の範囲に対して一定であるかどうかを確認するのに十分である。試料量が多くなると ε 値が大きくなることと同等に、偏差は試料量が多くなるほど発熱量の低い方向になると一般に予想される。試験物質として安息香酸を使用することは、特に高度に自動化されたシステムの性能をチェックするのに有用である。

ある証明された（妥当性が確認された）有効熱容量 ε 値の要求範囲は、通常、燃料の発熱量の全変動に依存している。例えば、観測される温度上昇の $\pm 30\%$ の変動に対して $\pm 0.3\%$ の変動のような、 ε 値の緩やかな変動傾向は、ある定義した範囲で ε を $(t_f - t_i)$ の関数として表すことによって補償される。非線形の温度センサを用いるときは、 t_f 又は t_i の変化について厳密な許容基準が与えられれば、 ε 値は、同様に $(t_f - t_i)$ の一次関数として表すことができる。

ε 値のある一定値からの偏りは、熱量計の構造的設計及び装置の温度制御の欠陥から引き起こされる。装置を更新したとき、大きな修理を行ったとき、又は別の場所に移動したとき、更に温度制御システムを変更したときには、 ε 値が与えられた校正条件からどの程度の範囲で適用できるかを検討することが必要である。断熱システムではよりいっそう頻繁に定期検査することが必要な場合がある（附属書 J.A 参照）。自動式熱量計では、規定されているように試料質量を変えて、校正を必要とするものがある（附属書 J.C 参照）。

J.9.4 導火線の燃焼熱及び酸の生成熱

安息香酸の燃焼熱に加えて、導火線の燃焼熱及び硝酸の生成熱（空気中の窒素に起因するもの。）による寄与がある。導火線からの寄与分は、用いた質量とその燃焼熱から導き出される。未反応の導火線も考慮する必要がある、すなわち、初期量から差し引かなければならない。

硝酸の生成量は試験終了時のボンベ溶液にて、例えば酸塩基滴定によって決定される（J.8.5 参照）。

ほとんどの熱量計では、導火線からの寄与は全ての試験（燃料及び校正）においてほぼ等しく保たれ、その結果一定の値が割り当てられる。ボンベの構造が決まれば、校正試験で生成する硝酸の量は、燃焼される安息香酸の量にほぼ比例する。

J.9.5 校正手順

通常の前校正では、5 回安息香酸を完全燃焼しなければならない。試料は錠剤状に成形して燃焼させる（J.5.5 参照）。これは J.8 に規定している熱量測定操作に従って行う。試料の量及び燃焼ボンベの初期水量は、J.9.2.2 による。安息香酸は軽量のるつぽを使用して燃焼するのがよい。初期温度は試験の基準温度（ t_f として定義、J.8.7 参照）が、目的とする温度範囲に収まるように設定することが望ましい。

酸素圧力、ポンプの水量、基準温度、燃焼前、主要期間、燃焼後などに関する校正試験計画は、引き続き行う燃料試験の詳細な操作を明確に決める。

熱量計槽の有効熱容量 ε 値が要求される操作範囲にわたって一定とはみなせず、 $(t_f - t_i)$ の関数として表示する必要があるときは（J.9.3 参照）、校正試験の回数は 8 回又はそれ以上の回数としなければならない。個々の試験における試料の質量は、目的とする操作範囲にわたる温度変化が得られ、 ε と $(t_f - t_i)$ との関係を定める勾配の値が決まるように選定する。

J.9.6 個々の試験の有効熱容量の計算

J.9.6.1 熱量計水質量一定基準

熱量計水の量が全ての試験において等しく保たれるシステムの場合、 ε は、式(J.6)を使用して計算する。

$$\varepsilon = \frac{m_{ba} \times q_{V,ba} + Q_{fuse} + Q_{ign} + Q_N}{\theta} \quad \text{.....(J.6)}$$

ここで、
 m_{ba} : 安息香酸 (J.5.5) の質量 (g)
 $q_{V,ba}$: 安息香酸の定容総発熱量の認証値 (J/g) (J.9.2.1 参照)
 Q_{fuse} : 導火線の燃焼熱の寄与 (J)
 Q_{ign} : 点火線の酸化熱の寄与 (J)
 Q_N : 硝酸生成熱 (液体水及びガス状窒素及び酸素によるもの。) の寄与 (J) (J.8.5 及び J.9.2.1 参照)
 θ : 補正温度上昇, K 又は任意の単位で表される (J.3.6 及び J.8.6 参照)

注記 ε は通常 J/K で表される。 θ を任意の単位で表すときは、 ε はもちろん、この任意の単位当たりの J で表現する。例えば J/Ω。

綿導火線の燃焼熱からの寄与は 17 500 J/g であり、ニッケルクロム線からの寄与は 6 000 J/g である。白金線は溶けて固化するので、正味発熱量には寄与しない。

全ての試験で $Q_{fuse} + Q_{ign}$ の和が数ジュール以内でほぼ同じであれば、一定値を割り当てることができる。それ自体が小さくなく、 θ の変動が ±20 % 未満でない限り、 $Q_{fuse} + Q_{ign}$ を ε の値に組み込むことは一般的に推奨しない。

液体の水並びにガス状の窒素及び酸素から生成する硝酸生成熱の寄与は 60 J/mmol である。

Q_N (J) はイオンクロマトグラフ法によって導出した含硝酸塩量 $w(\text{NO}_3)$ (mg) から式(J.7)を用いて計算する。

$$Q_N = 0.97 \times w(\text{NO}_3) \quad \text{.....(J.7)}$$

又は $Q_N = 6.0 \times \text{mL}$ の式を用いて、式中の mL に 0.1 mol/L NaOH 溶液の滴定結果 (単位 mL) を代入して計算する (J.8.5 参照)。

J.9.6.2 熱量計全質量一定基準

ボンベと水で構成される熱量計にて、水が常に同じ全質量をもつ系で操作されるとき、熱量計槽中の水量変化は僅かであり、変化は主として使用するるつぼの質量に依存する。したがって、式(J.8)によって与えられるように、ボンベ内になるつぼを有さない仮想熱量計の有効熱容量として ε_0 を定義すると便利である。

$$\varepsilon_0 = \varepsilon + m_{cr} \times c_{p, aq} \quad \text{.....(J.8)}$$

ここで、
 ε : J.9.6.1 で定義した ε に等しい
 m_{cr} : 校正試験で用いたるつぼの質量 (g) (以下を参照)
 $c_{p, aq}$: 水の比熱容量 (J/(g·K), 25 °C では、4.18 J/(g·K) に等しい。)
 ε の単位は J/K

“任意の温度の単位”を使用する場合、 $c_{p, aq}$ の値はそれに応じて調整しなければならない。ケルビン単位と用いる単位との間の関係は、この目的のために ±10 % 以内の精度で分かっていればよい。

注記 ε_0 の式では、第 2 項は次の式から得られる。

$$m_{\text{cr}} \times (c_{\text{p, aq}} - c_{\text{p, cr}}) + m_{\text{sample}} \times (c_{\text{p, aq}} - c_{\text{p, sample}})$$

この式の第2項の部分は、その値が校正と燃料試験との間で大きく変化しないので、精度を損なうことなく ε_0 に組み込むことができる。この場合、式(J.9)のようになる。

$$m_{\text{cr}} \times (c_{\text{p, aq}} - c_{\text{p, cr}}) \cdots \cdots \cdots \text{(J.9)}$$

これは、ほとんどの場合、 ε_0 に関する式(J.9)は、 $m_{\text{cr}} \times c_{\text{p, aq}}$ に単純化することができる。しかしながら、多種多様なつぼを使用する場合、つぼの熱容量を考慮しなければならない場合がある。例えば、校正試験に10 gの白金のつぼを使用し、燃料燃焼に10 gの石英のつぼを使用する場合、 $c_{\text{p, cr}}$ を考慮しない場合には6 J/Kの誤差が生じ、3 Kの温度上昇に対しては18 Jの誤差に相当する。補正式は式(J.10)のとおりである。

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_{\text{c}} + m_{\text{cr}} \times (c_{\text{p, aq}} - c_{\text{p, cr}}) \cdots \cdots \cdots \text{(J.10)}$$

白金、石英及びスチールの比熱容量は、それぞれ0.133 J/(g・K)、0.74 J/(g・K)及び0.45 J/(g・K)である。

J.9.7 有効熱容量 ε の平均値の精度

J.9.7.1 ε の定数値

個々の校正実験の結果 ε (J.9.6.1 参照) 又は ε_0 (J.9.6.2 参照) から算術平均 $\varepsilon_{(n)}$ 及び標準偏差をそれぞれ計算する。標準偏差は0.20 %を超えてはならない。一連の校正による全ての結果は、計算に含めなければならない。不完全燃焼の形跡を示す実験のみは廃棄してもよい。

要求精度が満たされている場合、算術平均 $\varepsilon_{(n)}$ 又は $\varepsilon_{0(n)}$ は、熱量計の有効熱容量の値とみなす。

要求精度が満たされない場合は、不満足な結果の原因を特定し修正した上で、新しい一連の校正実験を実施しなければならない。

J.9.7.2 観測された温度上昇と ε の関係

ε を一定と見なすことができない場合は、明確にするために、 ε (J.9.6.1 参照) 又は ε_0 (J.9.6.2 参照) の個々の値のリストと、これに対応する温度上昇($t_f - t_i$)の観測値、すなわち t のリストを作成する。独立変数として t を用いた直線回帰によって直線に当てはめる。さらに式(J.11)に示す係数 a 、 b を算出する。

$$\hat{\varepsilon} = a + b \times \Delta t \cdots \cdots \cdots \text{(J.11)}$$

直線についての分散 s^2 の推定値も計算する。便宜上、 Δt の代わりに θ を使用してもよい。

標準偏差 s は0.20 %を超えてはならない。不完全燃焼の形跡をもつ実験の結果のみ破棄してよい。

要求精度が満たされていれば、上記で定義した $\hat{\varepsilon}$ は、燃料の発熱量の計算に使用される熱量計の有効熱容量の値とみなす。観測される温度上昇に関しては、有効な操作範囲は明確に規定しなければならない。

要求精度が満たされない場合は、不満足な結果の原因を特定し修正した上で、新しい一連の校正実験を実施しなければならない。

J.9.8 有効熱容量の再測定

システムの重要な部分が変更された場合、平均有効熱容量を再決定しなければならない (J.9.3 参照)。また、6 箇月以内の間隔で再決定することを推奨すべきである。

注記 特に、新しいシステムでは、試験物質として安息香酸を使用して数箇月ごとに校正を定期的に行うことを推奨する (J.9.3 参照)。

システムの変更がない場合、 ε の新しい平均値は、以前の値の 0.25 % 以内でなければならない。差が 0.25 % より大きい場合は、実験手順を検討し、問題の原因を特定して対処する。

J.10 総発熱量

J.10.1 一般

バイオ燃料燃焼の熱量測定条件は、校正実験の熱量測定条件と一致しなければならない (J.8.2.1, J.9.2.2 及び J.9.5 参照)。十分な管理下での熱量測定手順によって、バイオ燃料の完全燃焼を確認することは、最も重要な課題である。

幾つかのバイオ燃料は、ボンベで完全に燃焼するのが難しいので、助燃剤で燃焼させたり、燃焼バッグやカプセルを使用して燃焼エネルギーを十分に高めたり、ボンベの蒸留水を省いたり (J.7 及び J.8.2 参照)、又は酸素圧を低下させることが必要となる場合もある。

硫酸及び硝酸のボンベ洗浄液は、J.8.5 に記載されている手順を用いて分析する。又は硝酸の定数 (次参照) は、硫黄の測定値、標準値又は初期値とともに補正するために使用する (J.10.3.2 及び J.E.4 参照)。

硝酸生成は、燃焼温度に大きく依存し、試料の窒素含有量によって大きく影響される。硝酸の補正は、通常、燃料及び安息香酸の燃焼に対してそれぞれ異なり、異なる種類のバイオ燃料についても著しく変化し得る。

硝酸の補正のばらつきは、補正の必要性の有無が微妙な低い窒素含有量のバイオ燃料に起因する可能性がある。硫黄含有量が試料について別個に測定される場合、硝酸補正には一定のグラム単位の値が割り当てられてもよい。そのためには同様の手法を校正実験に採用しなければならない。

J.10.2 燃焼

2 回の燃焼試験を行わなければならない。代表的試料を分析試料から採取し (J.7 参照)、錠剤状に成形するか、カプセルを使用する。燃焼した試料の質量 (又は助燃剤を加えた試料、又はカプセルに入れた試料) は、観測された温度上昇が校正試験の範囲内であるようにする。J.8.2.1 から J.8.6 に記載されている熱量測定手順は、校正試験 (J.9.2.2 参照) と同じ測定条件で行う。

通常、約 1 g がバイオ燃料試料量として適切である。観測された温度上昇が ε の有効範囲外にある場合、バイオ燃料の試料サイズが有効温度上昇範囲に適合するように調整するか、 ε の範囲を広げて校正試験を行って確認しなければならない (J.9.3 参照)。

J.10.3 総発熱量の計算

J.10.3.1 一般

全ボンベ操作のエネルギー変化は、有効熱容量 ε に補正された温度上昇 θ を乗じることによって求められる。バイオ燃料試料の燃焼エネルギーを導出するには、 $\varepsilon \times \theta$ (J.9.4 参照) から、付随反応からのエネルギー寄与分全てを差し

引かねばならない。助燃剤を使用した場合、その寄与分は通常、付随反応の最大を占めるので、正確に考慮されなければならない。

さらに、試料中の硫黄は、ボンベ中に定量的に硫酸を生成するが、燃料の発熱量を求めるのに必要な硫黄の状態は、ガス状の二酸化硫黄である (J.4.1 参照)。これは一定体積で、水溶液の硫酸をガス状の二酸化硫黄と酸素と液体の水に分解する条件によって計算できる。

バイオ燃料に対して求めた発熱量は、定容総発熱量である。

J.10.3.2 熱量計水質量一定基準

式(J.12)に代入することによって、個々の試験からの定容総発熱量を計算する。

$$q_{V,gr} = \frac{\varepsilon_{(n)} \times \theta - Q_{fuse} - Q_{ign} - Q_N - m_2 \times q_{V,2}}{m_1} - \frac{Q_S}{m_1} \dots\dots\dots (J.12)$$

ここで、

- $q_{V,gr}$: 分析した燃料の定容総発熱量 (J/g)
- $\varepsilon_{(n)}$: 校正において測定した熱量計の有効熱容量の平均値 (J.9.6.1 の注記を参照)。J/K, あるいは J/任意単位 (J.9.6.1 参照)
- Q_S : 硫酸水溶液中の硫黄を気体状二酸化硫黄にするための補正 (J)
- m_1 : 燃料試料の質量 (g)
- m_2 : 助燃剤の質量 (g) (該当する場合)
- $q_{V,2}$: 助燃剤の定容総発熱量 (J/g) (該当する場合)

$\theta, Q_{fuse}, Q_{ign}$ 及び Q_N : J.9.6.1 で定義されている

注記 m_2 に浮力補正が適用されていない場合、 $q_{V,2}$ が“空気中ではかった 1 g 当たり”に対して有効であるように注意する必要がある。

ヒューズ、点火線及び硝酸生成からの寄与を計算するために必要なエネルギー量は J.9.6.1 に示されている。水及び幾つかの一般的な有機材料に対する比熱容量は J.9.6.2 に示されている。

硫酸が液体の水並びにガス状の二酸化硫黄及び酸素に分解する反応を考慮するために、補正は 302 J/mmol であり、硫黄の 9.41 J/mg に相当する。これは式(J.13)に示すように、分析試料中の硫黄 1 %に対して、試料 94.1 J/g の Q_S/m_1 値に相当する。

$$Q_S = 94.1 \times w(S) \times m_1 \dots\dots\dots (J.13)$$

ここで、 $w(S)$: 分析した試料の硫黄含有量 (%)

試料の硫黄含有量は測定するか、あるいは標準値又は初期値を用いる (J.E.4 及び附属書 J.G 参照)。硫黄分を測定しない場合は、使用した値を試験報告書に記載しなければならない。

J.8.5 に記載した分析手順を使用する場合、硫酸及び硝酸からの寄与は、式(J.14)～式(J.19)によって得られる。

a) イオンクロマトグラフ法による測定

$$Q_S = 3.14 \times w(SO_4) \dots\dots\dots (J.14)$$

$$Q_N = 0.97 \times w(NO_3) \dots\dots\dots (J.15)$$

ここで、 $w(SO_4)$: 硫酸塩含量 (mg)
 $w(NO_3)$: 硝酸塩含量 (mg)

b) 水酸化バリウム及び塩酸による滴定

$$Q_s = 15.1 \times (V_1 + V_2 - 20.0) \quad \text{.....(J.16)}$$

$$Q_N = 6.0 \times (20.0 - V_2) \quad \text{.....(J.17)}$$

ここで, V_1 : 水酸化バリウム溶液の体積 (mL) (J.5.4.1)
 V_2 : 塩酸溶液の体積 (mL) (J.5.4.4)

c) 水酸化ナトリウムによる滴定

硝酸及び硫酸の補正は, $q_{V, \text{酸}}$ の式で Q_N の代わりに複合補正 $Q_{N,s}$ を $Q_{S, \text{add}}$ とともに用いて計算する ($Q_{N,s}$ に Q_s の一部, すなわち $2 \times 60 \text{ J/mmol}$ が含まれる。よって必要となる追加補正は, $302 - 2 \times 60 = 182 \text{ J/mmol}$ であり, これは試料中の 5.7 J/mg の硫黄に等しい)。

$$Q_{N,s} = 6.0 \times V \quad \text{.....(J.18)}$$

$$Q_{S, \text{add}} = 57 \times w(S) \times m_1 \quad \text{.....(J.19)}$$

ここで, V : 水酸化ナトリウム溶液の体積 (mL) (J.5.4.3)
 $w(S)$: 分析した試料の硫黄含有量 (%)

最初に水 1 mL をボンベに使用するなら, 認証条件値は, 助燃剤として利用される安息香酸に対して使用することができる。大量の水を使用する場合は, 証明書の水分の項に従ってグラム単位の値を調整することを推奨する。
 2 回の測定の実験値は, バイオ燃料の一般分析試料に対する総発熱量とみなす。

J.10.3.3 熱量計全質量一定基準

この場合, 有効熱容量 $\varepsilon_{o(n)}$ の平均値は個々の ε_o の結果 (J.9.6.2 参照) から求めたものであり, るつぽを用いない熱量計を表す。実際の燃料実験における ε の値は, 式(J.20)に示す。

$$\varepsilon = \varepsilon_{o(n)} - m_{cr} \times c_{p, \text{aq}} \quad \text{.....(J.20)}$$

ここで, m_{cr} : 燃料燃焼に使用したるつぽの質量 (g)

他の記号は J.9.6.2 で定義したとおりである。

ε_o 値の計算でるつぽの熱容量が考慮されている場合 (J.9.6.2 の注記を参照), ε の計算で $c_{p, \text{aq}}$ の代わりに ($c_{p, \text{aq}} - c_{p, \text{cr}}$) を使用してよい。個々の実験からバイオ燃料測定試料に対する定容総発熱量の計算のために, ε は, J.10.3.2 に示す式の $\varepsilon_{(n)}$ に置き換わる。2 回の測定の実験値は, バイオ燃料の一般分析試料の結果値とみなす。

J.10.3.4 観測された温度上昇の関数としての ε

熱量計の有効熱容量を観測された温度上昇 (J.9.3 と J.9.7.2 を参照) の関数として表すことが必要な場合, J.10.3.2 の式の $\varepsilon_{(n)}$ と J.10.3.3 の式の $\varepsilon_{o(n)}$ は, それぞれ式(J.21)に置き換えなければならない。

$$\hat{\varepsilon} = a + b \times \Delta t \quad \text{.....(J.21)}$$

ここで, 係数 a 及び b は校正から求めた定数である (J.9.7.2 参照)。

Δt は実際の燃料実験に対する観測温度上昇 ($t_f - t_i$) の表記であり, 単位は K 又は任意に使用した単位である。便宜上, Δt の代わりに θ を使用してよい (J.9.7.2 参照)。

2 回の測定の平均値は、バイオ燃料の一般分析試料の結果とみなす。

J.10.4 結果の表示

実際の分析試料の含水率は他の基準への計算に関連しているので、式(J.22)を用いて、無水燃料（無水ベース換算）の定容総発熱量の値を計算することが望ましい。

$$q_{V,gr,d} = q_{V,gr} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad \dots\dots\dots(J.22)$$

ここで、 $q_{V,gr,d}$: 乾燥した（無水）燃料の定容総発熱量（J/g）
 M_{ad} : 分析試料中の含水率（質量%）
 $q_{V,gr}$: **J.10.3.2** で定義したとおり

任意の特定の含水率基準 $q_{V,gr,m}$ に対して必要とされる定容発熱量は、式(J.23)から得られる。

$$q_{V,gr,m} = q_{V,gr,d} \times (1 - 0.01M) \quad \dots\dots\dots(J.23)$$

M は含水率で、質量百分率で示され、通常、発熱量をサンプリング時、もしくは燃焼時における発熱量を表すときに用いる（到着ベースの全含水率 M_{ar} として示される）。

$$(1 - 0.01M_{ar}) = \frac{100 - M_{ar}}{100} \quad \dots\dots\dots(J.24)$$

その結果は、定容、総量（液体の水）、水分基準〔無水及び（妥当であれば）サンプリング（到着）基準〕に関し、明白な記述で 10 J/g の倍数の単位まで報告する。

含水率の測定（ M 又は M_{ar} ）は、**附属書 C** 又は**附属書 D** に規定された方法で行うものとする。

J.11 性能特性

J.11.1 繰り返し精度の限度

同一分析試料について、同一の分析者が同じ装置を用いて同じ実験室で短い時間間隔内に実施された 2 回の測定の結果は、120 J/g 以上の差が生じてはならない。

J.11.2 再現精度

二つの実験室のそれぞれにおいて、試料調製の最終段階で、同じ試料から採取した代表的な測定試料について 2 回測定した結果の平均値は、300 J/g 以上の差が生じてはならない。

J.12 定圧真発熱量の計算

J.12.1 一般

総発熱量と真発熱量の主な違いは、反応生成物中の水の物理的状态に関係する（**J.3.1**～**J.3.3** 参照）。実用的な目的で最も一般的に使用される燃料の発熱量は、特定の含水率をもつ燃料の定圧真発熱量である。

定圧真発熱量は、無水試料の全水素含有量を実験によって測定できるか、又は特定のバイオ燃料について確実に評価することができるという条件で、無水試料の定容総発熱量から導き出すことができる。さらに、無水試料の酸素及

び窒素の含有量は、原理的には生成物の気相中に加わることを考慮しておくといよい。この目的のために、窒素は酸素の項目に含めてよい。

注記 特定の水分レベルでのバイオ燃料に対する定容真発熱量 (**J.3.2** 参照) は、水素含有量の測定値が入手できれば容易に計算される。この場合、酸素及び窒素含有量は重要ではない。

J.12.2 計算

要求される水分レベルでの定圧真発熱量は、次の式によって計算することができる。他の基準への計算については、**ISO 16993** を参照のこと。

無水試料 (無水ベース、乾燥物) の定圧真発熱量は、式(J.25)を用いて計算する。

$$\begin{aligned} q_{p,\text{net,d}} &= q_{V,\text{gr,d}} + 6.15 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}] - 218.3 \times w(\text{H})_{\text{d}} \dots\dots\dots(\text{J.25}) \\ &= q_{V,\text{gr,d}} - 212.2 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}] \end{aligned}$$

要求される含水率 M での定圧真発熱量 (例えば、到着ベース M_{ar} とすると、発熱量記号は $q_{p,\text{net,ar}}$) は式(J.26)を用いて算出する。

$$\begin{aligned} q_{p,\text{net,m}} &= \{q_{V,\text{gr,d}} - 212.2 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}]\} \dots\dots\dots(\text{J.26}) \\ &\quad \times (1 - 0.01M) - 24.43M \\ &= q_{p,\text{net,d}} \times (1 - 0.01M) - 24.43M \end{aligned}$$

ここで、 $q_{p,\text{net,m}}$: 含水率 M をもつバイオ燃料の定圧真発熱量 (J/g) (通常は到着ベース M_{ar})。

$q_{V,\text{gr,d}}$: 無水燃料の定容総発熱量 (J/g) (**J.10.4** 参照)。

$w(\text{H})_{\text{d}}$: 無水 (乾燥した) バイオ燃料の水素含有量 (水素及びバイオ燃料物質中の水素と鉱物質中の水和水からの水素を含む) (質量%)。

$w(\text{O})_{\text{d}}$: 無水バイオ燃料の酸素含有量 (質量%)。

$w(\text{N})_{\text{d}}$: 無水バイオ燃料の窒素含有量 (質量%)。

M : 計算に必要な含水率 (質量%)。無水ベースでは $M = 0$ 、気乾ベースでは $M = M_{\text{ad}}$ (**J.10.4** を参照)。サンプリング時又は燃焼時 (到着ベース, ar) 基準では $M = M_{\text{ar}}$ (到着ベースの全含水率である)。

25 °Cにおける水の気化エンタルピー (定圧) は 44.01 kJ/mol である。これは、バイオ燃料試料中の水素の質量分率 1 %については 218.3 J/g に相当し、水分の質量分率 1 %については 24.43 J/g に相当する。

$[w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}]$ は、灰、炭素、水素及び硫黄の百分率を 100 から引くことによって算出する。

注記 定容真発熱量は、次の式から計算することができる。

$$q_{V,\text{net,m}} = [q_{V,\text{gr,d}} - 206w(\text{H})_{\text{d}}] \times (1 - 0.01M) - 23.0M$$

ここで、 $q_{V,\text{net,m}}$: 含水率が M である燃料の定容真発熱量 (J/g)

他の記号は上記に定義したとおりである。

J.13 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品 (又は試料) 名
- c) この附属書の引用
- d) 発熱量に関する次のような結果 (すなわち関連する記号を用いる)
 - 1) 無水バイオ燃料の総発熱量 (定容) (無水ベース) ($q_{V,\text{gr,d}}$)

- 2) 無水バイオ燃料の真発熱量（定圧）（無水ベース）（ $q_{p,net,d}$ ）
- 3) 湿ったバイオ燃料の真発熱量（サンプリング時，到着ベース ar）（ $q_{p,net,ar}$ ）
- e) 総発熱量値及び真発熱量値の計算に使用した水素，酸素，窒素，硫黄の値
- f) 水素，酸素，窒素，硫黄の標準値又は初期値を計算に使用した場合，これらの値
- g) 測定中に確認された，結果に影響する可能性がある異常な事象

附属書 J.A (規定) 断熱ボンベ熱量計

J.A.1 原理

完全に断熱された熱量計では、熱量計とその周囲の恒温槽との間に熱交換は起こらない。それらに温度差があるときには、接触部分を通じて熱交換が起こる。試験期間中は常に熱量計外表面（蓋を含む。）が全て均一の温度であり、恒温槽内壁温度及び熱量計と接する蓋の温度が均一であることと一致していることが理想である。温度差がなければ、熱量計と恒温槽との間に熱は流れない。ただし、温度計プローブの自己加熱及びかくはん棒、点火導線、温度計の熱伝導などの正又は負の作用を受け、特にかくはん力によって熱量計の温度は徐々に上昇する。通常断熱熱量計は、少し負の熱落差をつけることで、熱量計の温度上昇を打ち消している。

J.A.2 現実の熱量計の誤差要因

測定時間のうち、特に試料の燃焼によって急激に熱量計の温度が上昇する間は、真の断熱条件を達成することはできない。熱量計の温度変化及び制御不可能な熱交換に対する応答性は、恒温槽（温度調節器）の設計及び操作方法によって決まる。

蓋のない熱量計では、熱量計上部の熱交換の性質は、主に水面から出ているボンベ部品と接触している熱量計水の表面によって決定される。このような開放式熱量計の場合には、主要期間（燃焼期間）中の熱量計水の蒸発を制御できないので熱損失が起こる。この誤差の大きさは、主に燃焼期間中における恒温槽の蓋の温度追従遅れの大きさによって決まる。

熱量計の設計及び据付けに特別な注意を払わないと、熱量計の蓋及び熱量計本体との熱的接触が不十分になる。そのため温度追従遅れ（例えば制御不能なほどの恒温槽からの熱損失）を生じる。また、熱量計が熱的平衡又は定常状態に到達するのに時間を要する原因となる可能性がある。一方、蓋は熱量計水で蒸発する水を凝縮し、蒸発エネルギーを熱量計に戻すので、熱量計水の蒸発による熱損失を防止する。凝縮によって、蓋は熱量計の他の部分と同じ温度に近づく。

制御できない一時的な温度差によって生じる熱交換を最小限にするために、熱量計の表面及び恒温槽の内面をきれいに（磨いて）乾燥することが重要である。校正試験と燃焼試験とにおいて熱交換に差がある場合には、誤差が生じ、最終結果の精度に影響する。

J.A.3 断熱条件

J.A.3.1 恒温槽

恒温槽内の水に直接電流を通すことによって加熱する方式の恒温槽では、一定の加熱電流を維持するために、塩濃度（通常 Na_2CO_3 ）を一定の水準に保つように注意する。塩濃度の低下によって十分に加熱できなくなるので、試料の燃焼中、断熱条件に到達することが困難になる。

燃焼期間の前半の断熱制御は、不十分である。恒温槽の加熱方法にかかわらず、燃焼中の熱量計の温度に対して恒温槽の温度追従遅れが大きくなることを定期的に確認する。

J.A.3.2 断熱制御

断熱制御は、装置マニュアルに従って調整する。特に試験の最終温度における熱量計の温度ドリフトがゼロ又は最小になるようにブリッジ回路を設定する（J.A.5 参照）。

注記 温度調節回路には、しばしば非直線性のセンサが用いられる。二つのセンサが完全に釣り合っていないければ、選定した操作範囲の全域にわたって温度ドリフトがゼロになることはない。いずれにしても、一つのブリッジの設定で、全範囲にわたって熱落差をゼロにすることはできない。センサが釣り合っていないければ、試験の最終温度における許容差変動に影響を及ぼす。

断熱制御が良好な熱量計は、断熱制御の調節はあまり必要とせず、短期調整も必要ではない。ただし、断熱制御が良好であることを確認するために、試験の最終温度における温度上昇速度（例えば、通常の試験後 5 分～10 分間）を定期的に測定する。最終温度において 0.001 K/min 以上の温度上昇速度を示す場合、調整又は補正する（J.6.2.4 及び J.A.5 参照）。

J.A.4 初期定常状態及び燃焼期間の長さ

平衡期間は、熱量計の各部分の温度を均一にする役割をもつ。恒温槽及び熱量計の温度がほぼ同一に制御された後、2 分～3 分間経過してから熱量計の温度の 1 分ごとの読取りを開始する。

連続した 3 回の読みが同一の値を得た場合（差が 0.001 K 以下）又は微小な一定値で変化する場合には、試料に点火する。

注記 ほとんどの断熱方式では、点火前の待機期間（平衡期間）は 8 分～10 分程度である。ただし試験中、熱量計の各部分の温度にばらつきがある場合には、熱量計を熱的平衡にするために待機時間を長くとる必要がある。

試料の種類にもよるが、ボンベ内での燃焼時間は約 10 秒～25 秒である。放出された全熱量が均一に分布するのに要する時間、すなわち、熱量計の全ての部品が均一な温度になる時間は、主としてかくはん方式及びかくはん効率の関数である。燃焼期間の長さは、この温度均一化時間より長くなければならないが、必要以上に長くしても得るところはない。

燃焼期間の長さは、各試験の点火時から 1 分間隔で温度を読みとる一連の校正試験で決める。これらの観測で点火時から、0.001 K を超えて変わらない三つの連続した読みの二番目に到達するまでの分単位の時間を記録する。5 回の校正試験の中で観測時間の最大値を燃焼期間の長さとして定義する。最大値は 10 分を超えてはならない。また、5 回の観測時間の最大差は 2 分を超えてはならない。

J.A.5 最終温度におけるドリフトの補正

断熱制御が、最終温度において温度上昇速度がゼロになるように設定されていれば、補正温度上昇は、 $\theta = t_f - t_i$ である（J.8.6.3 参照）。ここで、 t_i は試料点火時の熱量計温度、 t_f は燃焼期間の最終温度である。

試料点火前に限定された温度ドリフトは、計算に考慮する必要はない。ただし、燃焼期間の終了後における大きなドリフトは考慮しなければならない。燃焼期間の大部分を通じて、ドリフトは一定に寄与すると考えてよい。合理的な方法は、試料点火の 1 分後に補正を始めることである。通常、温度上昇速度は、個々の試験について決めるのが望ましい。ただし、燃焼期間後のドリフトが一定であることが判明していれば、補正はそのような一定の率を基準にしてもよい。

注記 1 燃焼期間約 10 分について、0.001 K/min の温度上昇速度は、 θ に 0.01 K の誤差を生じる。 ϵ 値が約 10 kJ/K のとき、燃料の発熱量に生じる誤差は、100 J/g 程度になるであろう。ただし、校正試験と全ての燃料試験で、

θ の変動が $\pm 30\%$ 以内で、試験ごとに同じ温度上昇速度ならば、最終結果に影響はない。

最終温度の上昇速度 g_f は、補正しようとする期間の少なくとも半分の期間測定して決めるのが望ましい。9 分間の燃焼期間に対しては、4 分間の調整期間となる。

注記 2 g_f は、熱量計の全温度変化の 1 分間当たりの値である (J.9.6.1 参照)。

最終温度におけるドリフトに対して補正を行った温度上昇補正 θ は、式(J.A.1)によって計算する。

$$\theta = t_f - t_1 - g_f(\Delta\tau - 1) \cdots \cdots \cdots (J.A.1)$$

ここで、 $\Delta\tau$: 燃焼期間の長さ (分) で、 g_f は式(J.A.2)から計算する

$$g_f = (t_{f+a} - t_1)/a \cdots \cdots \cdots (J.A.2)$$

ここで、 t_{f+a} : 燃焼期間の終わりから a 分後の温度

g_f を求める他の方法として、燃焼期間の終わりから 1 分間隔に読んだ時間-温度に一次回帰式を適用した直線の勾配とする方法がある。

J.A.6 バイアスチェックの計画

断熱熱量計について、測定上の系統的誤差の主な原因は、熱量計が急激に温度変化をしている間の断熱条件を維持することの難しさに関係している。これは、試料の質量を増すにつれて有効熱容量 ε が上昇傾向を示すことから明らかである。パラフィン油のような燃焼の速い試料は、通常この問題を更に悪化させる。校正試験と燃料試験とにおいて、これらの熱損失誤差は、完全に取り除くことができない。

ほとんどの熱量計において、恒温槽の温度追従遅れは、試料の質量及び種類の関数として測定可能である。試料の燃焼による恒温槽の温度変化を 3 分間測定し、熱量計の時間-温度の値と一緒に温度の関数としてプロットする。断熱熱量計では、熱量計温度の読みは診断の目的以外には、燃焼期間の初期の部分が必要ではない。恒温槽の温度追従遅れについてチェックするために、頻繁に時間-温度曲線の特徴を十分に把握することが要求される。

恒温槽の温度計は、特別な校正は必要ではないが、熱量計の温度計に匹敵する応答時間をもっていなければならない。試験において二つの温度計の指示をプロットすると、最初に試料の点火の時点で一致する。次に熱量計と恒温槽とが熱的平衡に達する上限で一致する。この二つの曲線に挟まれた面積が、潜在的な熱損失の程度であり、試料の質量、すなわち、 θ 又は θ の比較値に対する試料の種類の関数として表される。この面積の増加は、熱量の測定に系統誤差を生じる危険性を表している。そのときには発生する熱量の変動を制限するために、安全な水準、範囲について特別な注意が必要である。

附属書 J.B (規定) 等温壁式熱量計及び静的ジャケット式ボンベ熱量計

J.B.1 原理

等温壁式熱量計の特徴は、等温ジャケットをもつことである。積極的に温度制御することによって、熱量計の周囲の恒温槽の温度を試験期間中一定に保つ。静的ジャケット式熱量計の恒温槽は、大きな熱容量をもっており、積極的に温度制御しなくてもその温度が試験期間中ほとんど変化しない。両者とも、熱量計自体と恒温槽との間に熱流れがある。断熱材で囲まれた熱量計は、大部分を静的ジャケット式熱量計として挙動する。

熱量計と恒温槽との間の熱交換は、接触部分を通して起こる。その推進力は熱落差である。蓋を含めた熱量計の外表面が、熱量計の温度センサの測定温度に等しく均一であることが理想である。恒温槽の内壁の温度及び熱量計に面している蓋の温度は、試験期間中一定で均一でなければならない。

実際の熱交換を評価して補正するためには、全体として熱量計はニュートンの冷却法則に従って挙動しなければならない。すなわち、熱量計と恒温槽との間の熱流れは、広範囲にわたって実際の温度差に直接比例しなければならない。熱量計において、これは式(J.B.1)のように表現される。

$$dq/dr = k(t_j - t) \cdots \cdots \cdots (J.B.1)$$

ここで、
 dq/dr : 熱量計への熱流れ
 t_j : ジャケット温度
 t : 熱量計温度
 $(t_j - t)$: 熱落差
 K : ニュートンの冷却法則の冷却定数

式(J.B.1)において、 dq (熱変化) は $C_p dt$ (熱容量×温度変化) に置き換えられる。熱量計の熱容量は、試験の温度範囲にわたって一定であるとみなすことができるので、式(J.B.2)から与えられる。

$$dt/d\tau = G(t_j - t) + P_{st} \cdots \cdots \cdots (J.B.2)$$

ここで、
 $dt/d\tau$: 熱流れによって生じる熱量計の温度変化率 (ドリフト)
 G : 一般に比速度に関する定数
 P_{st} : かくはん動力

かくはん動力が試験中一定でなければならないとする必要条件 (J.8.1 参照) から $dt/d\tau$ を、式(J.B.3)を用いて表現できる。

$$dt/d\tau = G(t_{\infty} - t) \cdots \cdots \cdots (J.B.3)$$

ここで、
 t_{∞} : 長時間操作したときに熱量計が最終的に到達する温度
 G, t_{∞} : 燃焼前期と以後のそれぞれの時間と温度の測定から求める
(J.8.1, 図 J.2 参照)

燃焼期間中に観測した温度上昇に対する熱交換からの寄与は、燃焼期間の時間-温度の読み (t, τ) を用いて積分することによって得られる [式(J.B.4)参照]。

$$\Delta t_{ex} = \int_{\tau_i}^{\tau_f} (dt/d\tau) = \int_{\tau_i}^{\tau_f} G(t_{\infty} - t) d\tau \cdots \cdots \cdots (J.B.4)$$

J.B.2 現実の熱量計の誤差要因

恒温槽の水を適切な速度で恒温槽の蓋を通して循環して、一定で均一な温度で作動する等温壁式熱量計の等温ジャケットを作ることができる。

静的ジャケット式の恒温槽は、熱量計の温度が試料の点火で上昇する場合には、若干異なる特性曲線に沿って、試験中に温度が僅かに変化する。恒温槽の熱容量は、比速度定数（冷却） G が $0.0020/\text{min}$ の場合には、試料点火のときから燃焼後期の終わりまでのジャケット水の温度上昇が 0.16 K 未満になるようでないといけない。比速度定数が $0.0030/\text{min}$ の場合には 0.11 K 未満になるようにする。恒温槽の温度上昇は熱落差に比例する。

熱量計の蓋が、熱量計の主要部分との熱的接触が悪い場合には、温度追従遅れが起きる。このとき、熱量計の蓋と恒温槽との間で予測できないほどの熱交換を起こす可能性がある。それはまた、熱量計が平衡又は定常状態に達するために必要な時間を延長させる原因となる可能性がある。一方、蓋は熱量計水の蒸発による水分を凝縮し、熱量計に蒸発エネルギーを戻すので、熱量計水の蒸発による熱損失を防止する。実際、凝縮によって、蓋は熱量計の他の部分と同じ温度に近づく。熱量計に蓋がない場合には、恒温槽の温度選定が蒸発損失に影響する。

熱量計の外表面と恒温槽の内面とをきれいに（磨く）、乾燥することによって、熱交換特性の変動は最小になる。そのとき、比速度定数 G は、一つの試験と他の試験との差が $\pm 3\%$ を超えないようにする。大きな偏りは、例えば、かくはん機の故障を示しているのかもしれない。校正試験と燃焼試験とにおいて熱交換に差がある場合には、誤差を生じ、最終結果の精度に影響する。

J.B.3 ジャケット温度の選定

熱量計の最終温度よりも $0.2\text{ K} \sim 0.4\text{ K}$ 高い温度で熱量計の恒温槽を運転することが、よい熱量計操作方法である。この方法によって、試験期間中熱量計が最も冷たい部分になり、蒸発損失が最小になる。熱量計に蓋がない場合には、特に重要である。

この内容は、静的ジャケット式熱量計にも適用できる。

J.B.4 調整期間

J.B.4.1 初期定常状態及び燃焼前

1 分ごとの温度の読取りを始める前に、熱量計の各部分を均一な温度に到達させるために、5 分～6 分間かくはんする。初期の調整期間、すなわち、燃焼前は、温度の上昇速度の点からみて、通常、熱量計が定常状態に達するとすぐ始まる。

連続する 1 分間隔の場合、温度増加分は 0.002 K/min を超えてはならない。また、平均が 0.001 K/min を超えてはならない。初期の温度上昇速度 $(dt/dt)_i = g_i$ を求めるには、燃焼前は 5 分間（6 回の読み、5 以上）で十分である。温度が上昇する場合は、 g_i は正の値（ >0 ）となる。

注記 全体として時間による熱量計の温度変化は、 t_∞ に漸近する指数関数に類似している。ただし、調整期間の 10 分間又はそれ以下の間は、比速度定数が大きく（ $0.005/\text{min}$ 以上）、熱落差が大きい（ 5 K 以上）場合を除いては、曲がりは無視できる。

燃焼前の最後の温度を読み取ったら、試料は直ちに点火する（J.B.4 参照）。

J.B.4.2 燃焼後及び燃焼期間の長さ

最後の調整期間（燃焼後）は、熱量計の全ての部分が、試料燃焼後均一の温度に達したときに、すなわち、温度上昇速度からみて熱量計が新しい安定な状態になったときに始まる。放出された全熱量が均一に分布するのに必要な時間は、主としてかくはん方式及びかくはん効率の関数である。燃焼期間は、この温度の均等化を確実にするように選択しなければならないが、必要以上に長くしても得るところはない。

燃焼期間は、燃焼前における温度の最後の読みで始まり、そして燃焼後の開始で終わる。燃焼期間の終わりは一連の校正試験で決定し、また連続する5分間における、個々の1分間の温度増加分の平均偏差が0.001 K/minを超えないときを時間として採用する。5回の校正試験から求めた燃焼期間の長さの平均を分単位に丸めたものを、燃焼期間の長さとして定義する。それは10分を超えてはならない。また、5回の試験から求めた時間の最大差は、2分を超えてはならない。

燃焼期間の長さは、校正試験と燃料試験において同一でなければならない。 θ が広い範囲にわたって変わるときは、 θ の値が最大のときに燃焼期間の長さを決めることを推奨する。

熱損失補正 Δt_{ex} の計算のために、最終の温度上昇速度 g_f を十分に安定させるには、燃焼後期の持続時間は5分～7分である。時間とともに温度が上昇するときは、 g_f は正の値 (>0) となる。

J.B.5 温度上昇補正 θ の計算

J.B.5.1 概要

観測される温度上昇 $t_f - t_i$ は、燃焼過程にボンベ中で生じた温度の変化 θ 及び周囲の恒温槽との熱交換からの補正熱量（かくはん力も含む。） Δt_{ex} の合計である。燃焼前、燃焼中及び燃焼後に観測された時間-温度の読みは、 Δt_{ex} を評価するのに必要な情報を含んでいる。したがって、 θ は式(J.B.5)のとおりである。

$$\theta = t_f - t_i - \Delta t_{\text{ex}} \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.B.5)}$$

温度上昇期間は、式(J.B.6)及び(J.B.7)から求められる。

$$g_i = (dt / d\tau)_i = G (t_{\infty} - t_{mi}) \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.B.6)}$$

$$g_f = (dt / d\tau)_f = G (t_{\infty} - t_{mf}) \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.B.7)}$$

ここで用いた比速度定数 G は、式(J.B.8)から計算する。

$$G = (g_i - g_f) / (t_{mf} - t_{mi}) \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.B.8)}$$

ここで、
 g_i : 燃焼前における温度上昇速度, K/min
 g_f : 燃焼後における温度上昇速度, K/min
 t_{mi} : 燃焼前の平均温度, °C
 t_{mf} : 燃焼後の平均温度, °C

温度は、全てある任意の単位で表してもよい (J.9.6.1 参照)。

g_i 及び g_f は、燃焼前及び燃焼後の時間-温度をそれぞれ、最小二乗法で処理して、直線の勾配として求めることが望

ましい。別の方法として、調整期間における1分ごとの温度増加分の平均値をあてはめる方法がある。

J.B.5.2 ルノー—ファウンダー（Regnault—Pfandler）法

全て等しい時間間隔（例えば、1分）で観測された燃焼期間中の時間—温度の読みに対して、 Δt_{ex} は式(I.B.9)のように表示してもよい。

$$\Delta t_{\text{ex}} = G \int_{\tau_i}^{\tau_f} (t_{\infty} - t) d\tau = [g_f + G(t_{\text{mf}} - t_{\text{m}})] \times (\tau_f - \tau_i) \cdots \cdots \cdots (\text{J.B.9})$$

t_{m} （積分した平均温度）は、式(J.B.10)で求める。

$$t_{\text{m}} = \frac{1}{n} \left[\frac{t_0 + t_n}{2} + \sum_{k=1}^{k=n-1} t_k \right] \cdots \cdots \cdots (\text{J.B.10})$$

ここで、
 $t_0 (= t_i)$: 燃焼期間開始温度
 $t_1, t_2, \dots, t_n$: 燃焼期間中に取った連続の温度の読み
 τ_i と τ_f : 燃焼期間の開始と終了の時間

J.B.5.3 ディキンソン（Dickinson）の外挿法

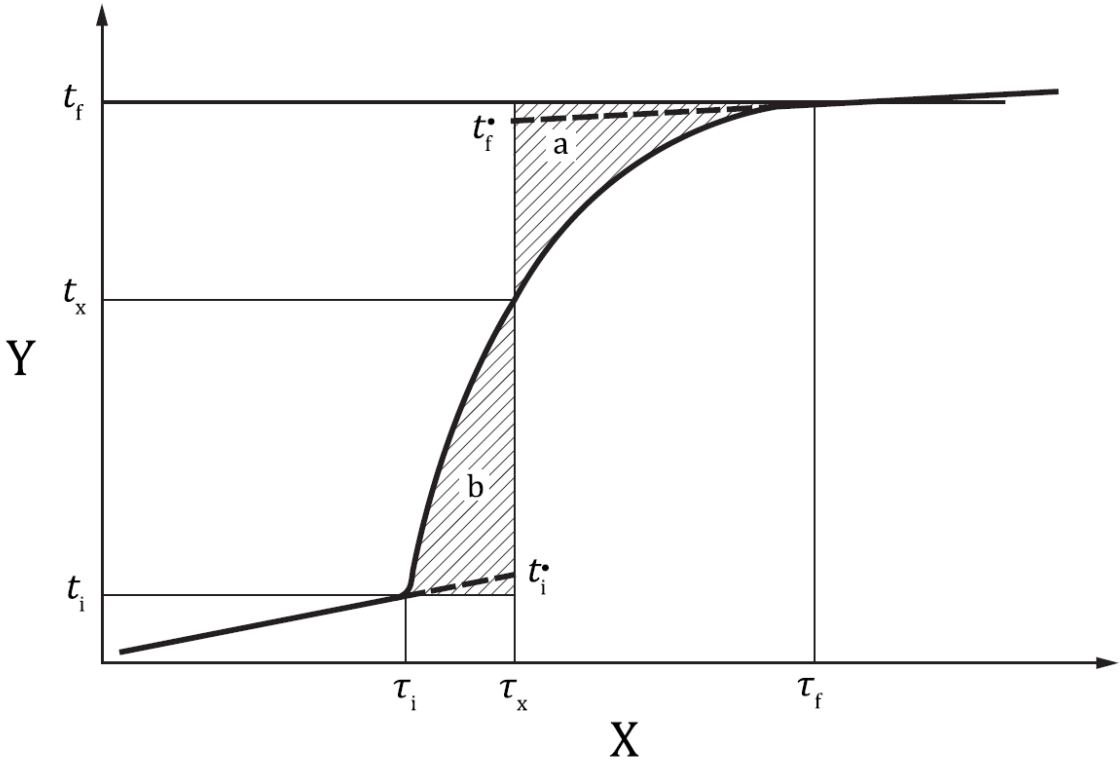
ディキンソンの外挿法では、その目的は式(J.B.11)から時間 τ_x を見い出すことである。

$$g_i(\tau_x - \tau_i) + g_f(\tau_f - \tau_x) = G \int_{\tau_i}^{\tau_f} (t_{\infty} - t) d\tau = \Delta t_{\text{ex}} \cdots \cdots \cdots (\text{J.B.11})$$

これは図 J.B.1 の a と b との斜線の面積が等しいときに成立する。補正温度上昇 θ は、式(J.B.12)のようになる。

$$\theta = t_f - t_i - g_i(\tau_x - \tau_i) - g_f(\tau_f - \tau_x) = t_f - t_i \cdots \cdots \cdots (\text{J.B.12})$$

ここで g_i 及び g_f は、通常、それぞれ τ_i 及び τ_f における温度上昇速度を表している。燃焼反応において時間—温度曲線は指数関数に類似している。それは温度変化 $(t_x - t_i)$ が全温度上昇 $(t_f - t_i)$ の 0.6 倍の温度に対応する時間が τ_x であることを意味している。 $(\tau_x - \tau_i)$ の量は、試験する試料の燃焼反応における動的挙動とともに変化する。



X 軸 時間 τ

Y 軸 温度 t

図 J.B.1—ディキンソンの外挿法

附属書 J.C

(規定)

自動ボンベ熱量計

J.C.1 試験装置

様々な種類の完全自動ボンベ熱量計の中には、その設計、構造、方式及び動作が物理的に明確であり、更にその熱的挙動が経験的に示される装置がある。これらの装置では、例えば、校正試験と燃料試験で放出される熱量の比較について、問題なく信頼できる結果を得ることができる。また、上記の熱量計の有効熱容量 ε は、概して長い間一定値を保っている。

設計、構造、方式及び動作が物理的に明確でない熱量計であっても、使用者が操作条件の選定の制限を守り注意して測定すれば、ある範囲内で繰り返し精度のある熱量値を測定できる。通常、この種類の熱量計は、頻繁な校正を必要とする。場合によっては、使用する日ごとに必要である。

アネロイド熱量計 (J.6.1 参照) は水を使用しない。そのため蒸発の誤差が除かれるので、自動化に適している。それらは通常、断熱又は準断熱系で操作され、等温壁式と同様である。特徴は熱容量が小さいので熱量計の温度変化が大きく、そのため比較的高い分解能で θ を測定できることである。一方で θ の値が大きいため、系統誤差を導くおそれがある。アネロイド熱量計では、試料の燃焼期間中熱量計の表面温度を均一にするのが困難なので一層悪くなる。その場合の対策は試料の量を制限することであるが、試料量がより少ない場合には、試料の代表性に対して特別な注意を払わなければならない。

設計、構造、方式及び動作が物理的に明確であり、安定な熱量計は、ある場合には、動的方法での操作が可能である。すなわち、結果の正確さを損なうことなく、燃焼期間の数分間で θ について試験の最終結果を予測することが可能である。

J.C.2 校正

有効熱容量 ε は、通常、J.9、特に J.9.2、J.9.4 及び J.9.5 を参照して求める。

機器の製造業者は、J.9.2.1 に規定する条件から大きく外れたボンベ条件 (ボンベ体積に対する試料の質量比、初期のボンベ水、酸素圧) を指定することがある。これらの実際のボンベ条件によって、校正物質 (安息香酸) の燃焼エネルギーが、 $\pm 5 \text{ J/g}$ (J.9.2.2 参照) 以上変化をするならば補正して使用する。

はじめにボンベに水を入れることが望ましい。しかしその量はごく少量 (又はゼロ相当) に保持し、全ての試験において同じにする。

試験の基準温度 (主要期間の最終温度 t_f に等しい) は、全ての試験において同じように $\pm 1 \text{ K}$ 以内に保つことが望ましい。熱量の測定に大きく影響しなければ、 $25^\circ\text{C} \pm 10 \text{ K}$ 以内で任意選択してもよい (J.3.4 参照)。 $25^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$ の範囲を超える温度を選択した場合には、試験結果に対する影響を算定する。

注記 J.9.6.1、J.9.6.2 及び J.10.3.2 に与えられた補助の数値は、通常、 25°C における状態と反応について述べたものである。

装置によっては、質量で約 2 倍異なる試料による校正を必要とする。正しく実施すれば、これはその後の燃料の測定に対して大きな柔軟性を提供する。有効熱容量 ε に対して、妥当な操作範囲を規定することが必要である (J.9.3 参照)。放出熱量によって操作範囲が狭い場合には、操作範囲内で行う全ての試験において、特別に注意をしなければ

ならない。

頻繁な校正を必要とする装置のために、燃烧エネルギーが明らかな安息香酸の錠剤がある。これらの錠剤は、校正物質（**J.5.5** 及び **J.9.2** 参照）としては認証されていないが、日々の校正に使用するには便利である。認証安息香酸の錠剤を用いて定期間隔で校正をすることで、日々の校正の代用とすることが可能である。また、新しいバッチの安息香酸を用いるときは必ず行う。実際のボンベの条件に合わせて補正した、ほぼ同じ質量の試料による連続した5回の測定の平均値は、認証値から±50 J/g 以上の差はない。

装置によっては、安定した結果を得るために前もって2回～3回試料を燃烧することで条件を調整する必要がある。この目的のために安息香酸の錠剤又は燃烧助剤（**J.8.1** 参照）が使用される。これらの条件調整の測定結果は棄却する。

一般に熱量計の性能を検討する最も便利な方法は、未知試料として認証安息香酸を燃烧することである（**J.9.3** 参照）。

J.C.3 校正精度の必要条件

個々の校正試験の ε の値は、印刷又は手で記録するなどして表示することが望ましい（J/K 又は θ と同じ任意の単位を用いる。）。一般に、 ε に対する精度の必要条件是**J.9.7**に与えられているものを適用する。

装置によっては、以前の平均値の平均及び有効熱容量の測定における直近の校正試験の ε の値を用いることによって、ドリフトを補償している。そのような場合、個々の ε の値は、測定の精度の特性を評価するのに用いることはできない。その代わりに、認証安息香酸を用いて、1日～2日にわたり繰り返し測定を行う。連続した5回の安息香酸の測定で、標準偏差は0.20 %を超えてはならない。また、平均値は、認証値から50 J/g 以上違ってはならない（**J.C.2** 参照）。

J.C.4 校正試験と燃料試験との比較

J.10.1～J.10.3 で規定した条件の適用は、点火線の燃烧及び硝酸の生成のような副反応の熱的寄与を、評価の計算に取り入れることが必要かどうかを立証しながら行う（**J.9.6.1** 参照）。

自動化された装置の計算手順には、標準条件に比べて大きく異なった材質及び質量のるつぼの使用は考慮されていない。

アネロイド熱量計又は一定の水－質量基準で操作する熱量計では、個々のるつぼの熱容量の差を無視することによる誤差は式(J.C.1)で表せる。

$$\theta \times \Delta C) / m_1 \dots\dots\dots (J.C.1)$$

ここで、 ΔC : 校正に用いたるつぼと燃料の燃烧に用いたるつぼの熱容量 ($m_{cr} \times C_{p,cr}$) の差
 m_1 : 燃烧した燃料の量

一定量の水－質量基準で操作される熱量計の場合、誤差は式 (J.C.2) で推定される（**J.9.6.2** 参照）。

$$(\theta \times \Delta m_{cr} \times C_{p,aq}) / m_1 \dots\dots\dots (J.C.2)$$

完全燃烧の達成を第一に優先するのが望ましい。完全燃烧を達成するために全条件を最適化する。

J.C.5 印刷

分析試料に対する定容総発熱量 $q_{V,gr}$ の評価は、通常、この附属書の**J.10.4**に従って行う。その値はJ/g 又は他の適切な単位で与えられる。

個々の試験についての印刷又はその他の方法で記録された情報は、使用者が θ , ε , 試料の質量, 点火線及び燃焼助剤の質量から熱量を求める計算の検証に用いる。使用する式は、この規格本体又は附属書に示されている。計算に用いられる補助的な量は明確に確認すべきであり、また、操作中に変更を必要とするときは、校正物質の燃焼エネルギーに使用する数値を含めてプログラムの変更が可能であることが望ましい。点火エネルギー、副反応などに適用した補正は明確に記述することが望ましい。

試験の基準温度は、0.2 K の単位まで確認することが望ましい。

J.C.6 燃料試験の場合の精度

2 回繰り返し測定結果における繰り返し精度の限度条件は、**J.11** に示す。

附属書 J.D (参考)

燃焼試験の設計及び操作方法のためのチェックリスト

J.D.1 はじめに

この附属書 J.D は、ある規定のタイプの熱量計を用いた発熱量の測定（機器の校正を含む。）を立案し、完遂するための補助となるチェックリストを網羅している。式は本体に示されているものと同一のものであるが、明確さを期すために、ここで繰り返す。

最初の J.D.2 では一般的試験条件を規定し、そちらはあらゆるタイプのボンベ熱量計を利用するに当たって共通するものである。J.D.3 は断熱熱量計の利用、J.D.4 は等温壁型式熱量計の適用及び J.D.5 は高度に自動化したボンベ熱量計の取扱いに関する情報を示している。静的外筒型式熱量計は等温壁型システムとして取り扱っても差し支えない。

括弧内の数値は、この規格の本体又は前述の附属書 J.A～附属書 J.C の中の項目を指している。熱量測定の基本的操作は、J.8 に記されている。校正操作は J.9.5 及び J.9.6 に記述した。燃料燃焼に対する試験と計算手順は、J.10.2～J.10.4 にわたって示した。個別のタイプの熱量計に対して、更に必要な情報は次の項目に示す。

断熱熱量計	: 附属書 J.A 及び附属書 J.D.3
等温壁型式又は静的外筒型式熱量計	: 附属書 J.B 及び附属書 J.D.4
その他のタイプの熱量計	: 附属書 J.C 及び附属書 J.D.5

J.D.2 一般的パラメータの選定

校正条件 次の燃料試験条件のためのベース（J.9.2.2 及び J.9.3 における校正試験の一般要求事項を参照）

ボンベ内体積 V_{bomb} (L)
安息香酸の質量 m_{ba} (g)
ボンベ水の質量 m_{aq} (g) なお V_{aq} (mL) は m_{aq} に置き換えてもよい。
酸素の初圧 P_0 (MPa)
標準(基準)温度 t_{ref} (°C)

安息香酸のボンベ燃焼条件値の算出 この値は、熱量計の有効熱容量 c を求めるのに用いられる。安息香酸標準物質の証明書を参考にすること（J.9.6.1 及び J.9.6.2 参照）。

安息香酸の認証値 単位: J/g（J.9.2.1 参照）。

$m_{\text{ba}}/V_{\text{bomb}}$ (g/l) : 3.0 g/l
 $V_{\text{aq}}/V_{\text{bomb}}$ (mL/l) : 3.0 mL/l
 P_0 (MPa) : 3.0 MPa
 t_{ref} (°C) : 25 °C（J.8.7 参照）
認証値に対する調整：認証書中の式に従って、単位 J/g で表される。

ここから得られる生成熱 $q_{V,\text{ba}}$ は、単位 J/g で与えられる。

熱量計水の量（J.8.1 及び J.8.3 参照、アネロイドシステムには関連しない。）

熱量計の水の量は次のいずれかで決定する。

- a) 熱量計水質量一定基準の場合 熱量計水の質量 (g) 又はそれに代わる場合 (J.8.3, J.9.6.1 及び J.10.3.2 参照)
 b) 全熱量計質量一定を基準にする場合 (熱量計+水+組立ボンベ) の質量 (g) (J.8.3, J.9.6.2 及び J.10.3.3 参照)

更に考慮すべきパラメータ

点火線 (ヒューズ) I_{wire} (cm) 又は定数 Q_{ign} (J) (J.9.4, J.9.6.1 参照)

ヒューズ m_{fuse} (g) 又は定数 Q_{fuse} (J) (J.9.4, J.9.6.1 参照)

硝酸補正值 Q_N を個々の試料に対する分析によって測定するか、又は単位グラム当たりの一定値 (それぞれの校正と燃料に対して必ずしも同一ではない。), 又は試験当たりの一定値を割り当てるかを定める (J.9.4, J.10.1 参照)。

J.D.3 断熱熱量計

J.D.3.1 上昇温度補正 θ の確定

断熱条件を達成するために必要な調整を行う (J.A.3.1, J.A.3.2 参照)。

システムの熱容量を推定してはかりとった試料質量から、期待される温度上昇 Δt を予測して、開始温度 ($t_{\text{ref}} - \Delta t$) を決める。

初期の安定状態の条件を決める (J.A.4 参照)。

燃焼期間の長さを決めるために、一連の試験を行う (J.A.4 : J.8.2~J.8.5 及び J.9.5 参照)。

一組の安息香酸燃焼に対する時間-温度の測定 (t_k , t_k) から、個々の試験に対する補正温度上昇 θ を式(J.D.1)を用いて算出する (J.A.5 参照)。

$$\theta = t_f - t_i \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.D.1)}$$

燃焼期間 θ の終了時の考慮すべき有限の温度上昇速度は、式(J.D.2)から求められる (J.A.5 参照)。

$$\theta = t_f - t_i - g_f \times (\Delta \tau - 1) \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.D.2)}$$

J.D.3.2 有効熱容量 ε の評価

個々の試験に対する有効熱容量 ε の計算を行う。

式(J.D.2)a) 熱量計水質量一定基準の場合 (J.9.6.1), ε は式(J.D.3)を用いて計算する。

$$\varepsilon = (m_{\text{ba}} \times q_{V,\text{ba}} + Q_{\text{fuse}} + Q_{\text{ign}} + Q_N) / \theta \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.D.3)}$$

式(J.D.2)b) 全熱量計質量一定基準の場合 (J.9.6.2), ε_0 は式(J.D.4)を用いて計算する。

$$\varepsilon_0 = \varepsilon + m_{\text{cr}} \times C_{\text{aq}} \quad \cdots \cdots \cdots \text{(J.D.4)}$$

ここで ε_c は上記に定義した ε に等しく、 m_{cr} は個々の校正試験に用いたるつぼの質量である。J.9.6.2 の注記と比較すること。

平均値 $\varepsilon_{(n)}$ 又は $\varepsilon_{0(n)}$ をそれぞれ計算して、精度の必要条件が適合することを確認する (J.9.7)。これでシステムの校正が済み、続いて行う燃料試料の燃焼測定に関する主な熱量計のパラメータが整う。

計算に必要な付随的な数値を J.9.6.1 に示す。

J.D.3.3 定容総発熱量 $q_{V,gr}$

J.10.2 及び J.10.3 の方法に従って燃料燃焼を行い、 θ を校正試験と同様な方法で計算する。

熱量計水質量一定基準 [J.D.2 a)] の場合には、発熱量 (J.10.3.2 参照) は式(J.D.5)から計算する。

$$q_{V,gr} = \frac{(\varepsilon_{(n)} \times \theta - Q_{\text{fuse}} - Q_{\text{ign}} - Q_N - m_2 \times Q_{V,2})}{m_1} - \frac{Q_s}{m_1} \dots\dots\dots (J.D.5)$$

全熱量計質量一定基準 [J.D.2 b)] の場合で操作される場合は、発熱量 (J.10.3.3 参照) は式(J.D.6)から計算する。

$$q_{V,gr} = \frac{(\varepsilon \times \theta - Q_{\text{fuse}} - Q_{\text{ign}} - Q_N - m_2 \times Q_{V,2})}{m_1} - \frac{Q_s}{m_1} \dots\dots\dots (J.D.6)$$

ここで、 ε : $\varepsilon = \varepsilon_{0(n)} - m_{\alpha} \times C_{p,aq}$ より与えられる。
 m_{α} : 個々の試験でのるつぼの質量 (単位 : g)

試験する個々の試料に対して、最も適したるつぼを常に使用する。

校正に必要な助燃剤の量は、J.9.6.1 及び J.10.3.2 に示す。

J.D.4 等温壁式熱量計

J.D.4.1 上昇温度補正 θ の確定

ジャケット温度を試験用に選定した値にセットする (J.B.3 参照)。

システムの熱容量を推定して、はかりとった試料質量から、期待される上昇温度 Δt を予測して、開始温度 ($t_{ref} - \Delta t$) を決める。

初期の安定状態の条件を検討して、燃焼前又は初期の調整期間に長さを決める (J.B.4.1)。

燃焼期間の長さを決めるために、一連の試験を行う (J.B.4.2 及び J.8.2～J.8.5, J.9.5 参照)。

一連の安息香酸の燃焼に対する時間—温度の測定 (t_k , t_k) から、ルノー—ファウンドラー法又はディキンソン法を用いて、個々の試験に対する補正温度上昇を計算する。

ルノー—ファウンドラー (Regnault — Pfandler) 法 (J.B.5.1 及び J.B.5.2)

調整期間の温度上昇速度 g_i 及び g_r 並びに t_{mi} 及び t_{mr} を測定し、比速度定数 G を、式(J.D.7)によって計算する。

$$G = \frac{(g_i - g_r)}{(t_{mr} - t_{mi})} \dots\dots\dots (J.D.7)$$

次に t_m (積分平均温度) 及び Δt_{ex} (熱交換からの寄与) を式(J.D.8)及び(J.D.9)に従って計算する。

$$t_m = \frac{1}{n} \left[\frac{t_0 + t_n}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} t_k \right] \dots\dots\dots (J.D.8)$$

及び

$$\Delta t_{ex} = G \int_{\tau_i}^{\tau_f} (t_{\infty} - t) d\tau = [g_f + G(t_{mf} - t_m)] \times (\tau_f - \tau_i) \dots\dots\dots (J.D.9)$$

最後に、式(J.D.10)を用いて θ を計算する。

$$\theta = t_f - t_i - \Delta t_{ex} \dots\dots\dots (J.D.10)$$

ディキンソンの外挿法 (J.B.5.1 及び J.B.5.3 参照)

燃焼時間-温度 (τ_k , t_k) のグラフを作り、 $t_i + 0.6 \times (t_f - t_i)$ に対する時間を決める。この時間を τ_k として採用する。ここでの温度上昇速度、すなわち、調整期間の勾配を式(J.D.11)及び(J.D.12)を用いて決定する。

$$g_i = (dt / d\tau)_i \dots\dots\dots (J.D.11)$$

及び

$$g_f = (dt / d\tau)_f \dots\dots\dots (J.D.12)$$

次に式(J.D.13)を用いて θ を計算する。

$$\theta = t_f - t_i - g_i (t_k - t_i) - g_f (t_f - t_i) \dots\dots\dots (J.D.13)$$

注記 燃料試験に対する推定時間 τ_k は、校正試験に対するものとは異なる。

J.D.4.2 有効熱容量 ε の評価

適切な式 [J.D.2 a), J.D.2 b)のいずれか] によって J.D.3.2 にある手法によってそれぞれの試験について有効熱容量 ε を計算する。

平均値 $\varepsilon_{(n)}$ 又は $\varepsilon_{o(n)}$ をそれぞれ算出して、要求精度が満たされていることを確かめる (J.9.7 参照)。

これでシステムの校正は済み、以降の燃料測定における主要な熱量測定のパラメータが整う。

J.D.4.3 定容総発熱量 $q_{V,gr}$

J.10.2～J.10.3 における指示に従って燃料の燃焼を行う。校正試験に対するのと同様な方法で θ を計算する。

適切な式 [J.D.2 a), J.D.2 b)のいずれか] によって J.D.3.3 にある手法で発熱量の値を計算する。

J.D.5 自動式熱量計

仕様書に従って熱量計を操作する。補正温度上昇 θ は通常、システムによって自動的に得られる。

正定数の推定に使用したボンベの条件下 (**J.D.2** 参照) における校正物質の燃焼熱の補正値が用いられることを確かめる。

要求精度が満たされていることを確かめる。必要ならば、未知物質として安息香酸を燃焼することによってシステムをチェックする。製造業者によって示された燃焼試料量について制限は固く守る。

以降の測定に対して妥当な操作範囲を決める。

ヒューズ線及び硝酸補正に関する計算についてチェックする。二酸化硫黄に対する硫酸の補正 (Q_s/m_1) が、既にシステムに考慮されていないときは、**J.10.3.2** に挙げられている数値を用いる。

附属書 J.E

(参考)

計算事例

この附属書 J.E に示す例は断熱ボンベ燃焼計の場合である。各種自動式熱量計（断熱式、等温壁式、等温式）と製造業者間での差は、限界温度（ t_i 及び t_f の両者）あるいは温度上昇の補正值 θ である。特に Q_{fuse} と Q_{ign} （製造業者間で差は見られないと考えられる。）の補正を行う際には注意を払うこと。

J.E.1 定容総発熱量の計算

J.E.1.1 等温壁式熱量計

表 J.E.1 に校正値を示す。

表 J.E.1—校正値

No	m_{ba} g	t_i K	t_f K	θ K	Q_{fuse} J	Q_{ign} J	NaOH mL	Q_N J	ε J/K
1	1.028 2	1.059	4.102	3.043	0	21.5	6.5	39.0	8 962
2	1.052 5	0.454	3.568	3.114	0	21.5	5.9	35.4	8 963
3	1.001 9	0.892	3.859	2.967	0	21.5	6.4	38.4	8 957
4	1.022 9	0.942	3.970	3.028	0	21.5	5.7	34.2	8 959
5	1.014 6	0.373	3.375	3.002	0	21.5	6.4	38.4	8 964

$\varepsilon_{(n)}$ 平均値 **8 961**

$$q_{V,\text{ba}} = 26\,475 \text{ J/g}$$

I_{wire} = 点火線 10 cm のうち 8 cm が燃焼するとき ($Q_{\text{ign}} = 2.69 \text{ J/cm}$)

ヒューズ、コットン等は使用しなかった。

NaOH 濃度 0.1 mol/l

補正温度上昇 θ の計算

燃焼期間初期温度と最終温度との差 ($t_f - t_i$)、又は θ を直接読みとる（上記参照）。

有効熱容量 ε の計算

有効熱容量は、ボンベ燃焼過程での総括全エネルギー変化 ($1.028\,2 \times 26.465 + 21.5 + 39.0$) を θ (3.043) で除して得られる。すなわち、 $\varepsilon = 8\,962 \text{ J/K}$

総発熱量 $q_{V,\text{gr}}$ の計算

バイオ燃料 1 g を燃焼するとき、試験のパラメータは次のとおりである。

$$\begin{aligned} m_1 &= 1.192\,4 \text{ g} & Q_{\text{fuse}} &= 0 \\ I_{\text{wire}} &= 8 \text{ cm} & Q_{\text{ign}} &= 21.5 \text{ J} \\ \theta &= 2.630 \text{ K} & Q_{N,S} &= 29.4 \text{ J} \end{aligned}$$

硝酸補正（一部硫酸補正も含む。）は NaOH を用いて滴定して（方法 c）、 $Q_{N,S}$ として決定した。

バイオ燃料からの燃焼熱は $(\varepsilon_{(n)} \times \theta)$ からヒューズと硝酸生成の寄与, すなわち, $(21.5 + 29.4)$ J を差し引き, バイオ燃料の質量 m_1 で除して得られる。

$$\frac{8\,961 \times 2.630 - 21.5 - 29.4}{1.192\,4} = 19\,722 \text{ J/g}$$

ここで, $\varepsilon : \varepsilon_{(n)}$ として使用した

バイオ燃料中の硫黄含有量は質量分率で 0.02 % である。水溶液の硫酸からガス状の二酸化硫黄になる反応を考慮するための補正は $0.02 \times 57 = 1 \text{ J/g}$ [$Q_s / m_1 = (57 \times S \times m_1) / m_1$] であり, それは 19 722 J/g から差し引かれ, 分析試料に対する定容総発熱量としては, 19 721 J/g になる。

着目しているバイオ燃料の全含水率は質量分率で 40.0 % であり, 分析試料中の含水率は質量分率で 3.0 % である。無水試料 (無水ベース, 乾燥物) の場合には, 定容総発熱量は

$$q_{V,gr,d} = 19\,721 \times \frac{100}{100 - 3.0} = 20\,330 \text{ J/g} \quad \text{又は } 20.33 \text{ MJ/kg}$$

もとのバイオ燃料 (湿潤, 到着ベース) に対して定容総発熱量は

$$q_{V,gr,ar} = 20\,330 \times (1 - 0.01 \times 40.0) = 12\,198 \text{ J/g} \quad \text{又は } 12.20 \text{ MJ/kg}$$

J.E.2 定圧総発熱量の計算

ボンベ中の一定体積の代わりに, バイオ燃料が定圧の酸素中で燃焼されるならばシステムの体積は変化する。燃料中の水素はガス状の酸素と反応して液状の水となり, システムの体積は変化する。バイオ燃料中の炭素がガス状の酸素と反応するときは, 等しい体積のガス状の二酸化炭素が生成される。したがって, 炭素の燃焼においては体積の変化は起こらない。バイオ燃料中の酸素と窒素, その両者は体積が増加する。燃焼反応に対する気相の体積変化は次のように表される。

$$\Delta n_g = 0.01 \times \left[-\frac{0.5 \times w(H)}{2.016} + \frac{w(O)}{31.999} + \frac{w(N)}{28.013} \right] \text{ mol/g-試料}$$

ここで, $w(H)$, $w(O)$, $w(N)$ は, 定容発熱量から定圧発熱量に換算するために規定した状態における石炭中の水素, 酸素及び窒素の質量分率 (%) (全体) である。

Δn_g には RT を乗じて, 温度変化に見合う体積変化を意味する。ここでは, T は発熱量に対する基準温度, すなわち, 298.15 K (25 °C) である。

便宜上, 無水ベースの値を定圧総発熱量と定容総発熱量との関係を示すために用いる。

$$q_{p,gr,d} = q_{V,gr,d} + \{6.15 \times w(H)_d - 0.8 \times [w(O)_d + w(N)_d]\} \quad \text{J/g}$$

ここで, $w(H)_d$, $w(O)_d$ 及び $w(N)_d$ は, J.12.2 と同じ意味をもっている。ただし, $w(H)$, $w(O)$ 及び $w(N)$ は, 試料中の鉱物質からの寄与は含んでいない。 $w(H)_d$, $w(O)_d$ 及び $w(N)_d$ を置き換えることによって, 生じる不確かさは無視できる。 $w(N)_d$ に対する係数は厳密には 0.9 であるが, そのような項は小さいので, 酸素と同一のものとして差し支えない。

J.E.3 真発熱量の計算

J.E.3.1 定容真発熱量

定容真発熱量 25 °Cにおける水の蒸発のエネルギー（定容）は、41.53 kJ/mol である。これは燃料試料中の 1 質量分率（%）の水素当たり 206.0 J/g 又は 1 質量分率（%）の水分当たり 23.05 J/g にそれぞれ相当する。

定容真発熱量 $q_{V,\text{net}}$ は、対応する総発熱量から得られる。例えば、

$$q_{V,\text{net,d}} = q_{V,\text{gr,d}} - 206.0 \times w(\text{H})_{\text{d}}$$

ここで、 $w(\text{H})_{\text{d}}$ は、無水試料（J.12.2 参照）中の水素含有量%である。ある特定の含水率 M （例えば到着ベースの全含水率 M_{aw} ）の場合、真発熱量は次の式から計算する。

$$q_{V,\text{net,m}} = [q_{V,\text{gr,d}} - 206.0 \times w(\text{H})_{\text{d}}] - (1 - 0.01 \times M) - 23.05 \times M$$

J.E.3.2 定圧真発熱量

定容圧真発熱量 25 °Cにおける水に対する蒸発のエンタルピー（定圧）は、41.01 kJ/mol である。これは燃料試料中の 1 質量分率（%）の水素当たり 218.3 J/g 又は 1 質量分率（%）の水分当たり 24.43 J/g にそれぞれ相当する。

乾燥試料に対する定圧真発熱量は、定容真発熱量から、次の式によって得られる。

$$\begin{aligned} q_{p,\text{net,d}} &= q_{V,\text{gr,d}} + 6.15 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}] - 218.3 \times w(\text{H})_{\text{d}} \\ &= q_{V,\text{gr,d}} - 212.2 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}] \end{aligned}$$

ある特定の含水率 M （例えば到着ベースの全含水率 M_{aw} ）に対しては、定圧真発熱量は、次の式から計算される。

$$\begin{aligned} q_{p,\text{net,m}} &= \{q_{V,\text{gr,d}} - 212.2 \times w(\text{H})_{\text{d}} - 0.8 \times [w(\text{O})_{\text{d}} + w(\text{N})_{\text{d}}]\} - (1 - 0.01 \times M) \\ &\quad - 24.43 \times M \end{aligned}$$

J.E.4 発熱量計算における一般又はデフォルト値の使用

総発熱量及び真発熱量の計算において分析値を用いる代わりに、多くの文献に記載されている代表値、もしくはそれを利用できない場合は水素（H）、窒素（N）、酸素（O）、硫黄（S）のデフォルト値を利用できる。

附属書 J.G 中のデフォルト値は無水無灰ベースで示される。デフォルト値は本文書で求めるレベルに応じて ISO 16993 で示す式を用いて各ベースの値に変換されなければならない。

附属書 J.F

(参考)

この附属書における記号リスト

$q_{V,gr}$	分析したバイオ燃料の定容総発熱量
$q_{V,gr,d}$	乾燥した（無水）燃料の定容総発熱量（無水ベース，乾燥物）
$q_{V,gr,m}$	含水率 M をもつバイオ燃料の定容総発熱量
$q_{p,gr,d}$	乾燥した（無水）燃料の定圧総発熱量（無水ベース，乾燥物）
$q_{V,net,m}$	含水率 M をもつバイオ燃料の定容真発熱量
$q_{p,net}$	定圧真発熱量
$q_{p,net,d}$	乾燥した（無水）燃料の定圧真発熱量（無水ベース，乾燥物）
$q_{p,net,m}$	含水率 M をもつバイオ燃料の定圧真発熱量
$q_{V,ba}$	安息香酸の認証定容総発熱量
$q_{V,2}$	助燃剤の定容総発熱量
Q_{fisc}	ヒューズ燃焼からの補正熱量
Q_{ign}	点火線の酸化からの補正熱量
Q_N	硝酸生成（液状の水並びにガス状の窒素及び酸素によるもの。）からの補正熱量
Q_S	ボンベ中の水溶液の硫酸からの硫黄がガス状の二酸化硫黄になるための補正
$Q_{N,S}$	硝酸及び硫酸に対する複合補正
$Q_{S,add}$	$Q_{N,S}$ に対する硫黄分の追加補正
M	バイオ燃料中の含水率
M_{ad}	一般分析試料の含水率
M_{ar}	到着ベース（サンプリング時）の全含水率
m_{ba}	安息香酸の質量
m_1	バイオ燃料の質量
m_2	助燃剤の質量
m_{cr}	るつぼの質量
ε	熱量計の有効熱容量
ε_0	ボンベ中にくるつぼをもたない仮想的な熱量計の熱容量
ε_*	全熱量計質量基準としての熱量計の有効熱容量
$\varepsilon_{(n)}$	n 回測定 of ε を基準にした熱量計の平均有効熱容量
$\varepsilon_{0(n)}$	n 回測定 of ε_0 を基準にした熱量計の平均有効熱容量
$\hat{\varepsilon}$	観測温度上昇 $(t_f - t_i)$ の関数としての ε の最小二乗法からの ε の最適評価（平均値に相当する。）
$C_{p,cr}$	るつぼの比熱容量
$C_{p,aq}$	比熱容量
θ	補正温度上昇
T	発熱量計算時の基準温度 ($T=298.15\text{ K}$)
t	熱量計温度
t_i	燃焼期間の初期温度
t_f	燃焼期間の最終温度（＝基準温度）
$t_f - t_i$	観測上昇温度
Δt_{ex}	熱損失補正
t_j	恒温槽（ジャケット）温度
$t_j - t$	熱落差
t_{∞}	等温壁式熱量計（“無限”時間）の漸近的温度
t_{mi}	燃焼前における平均温度

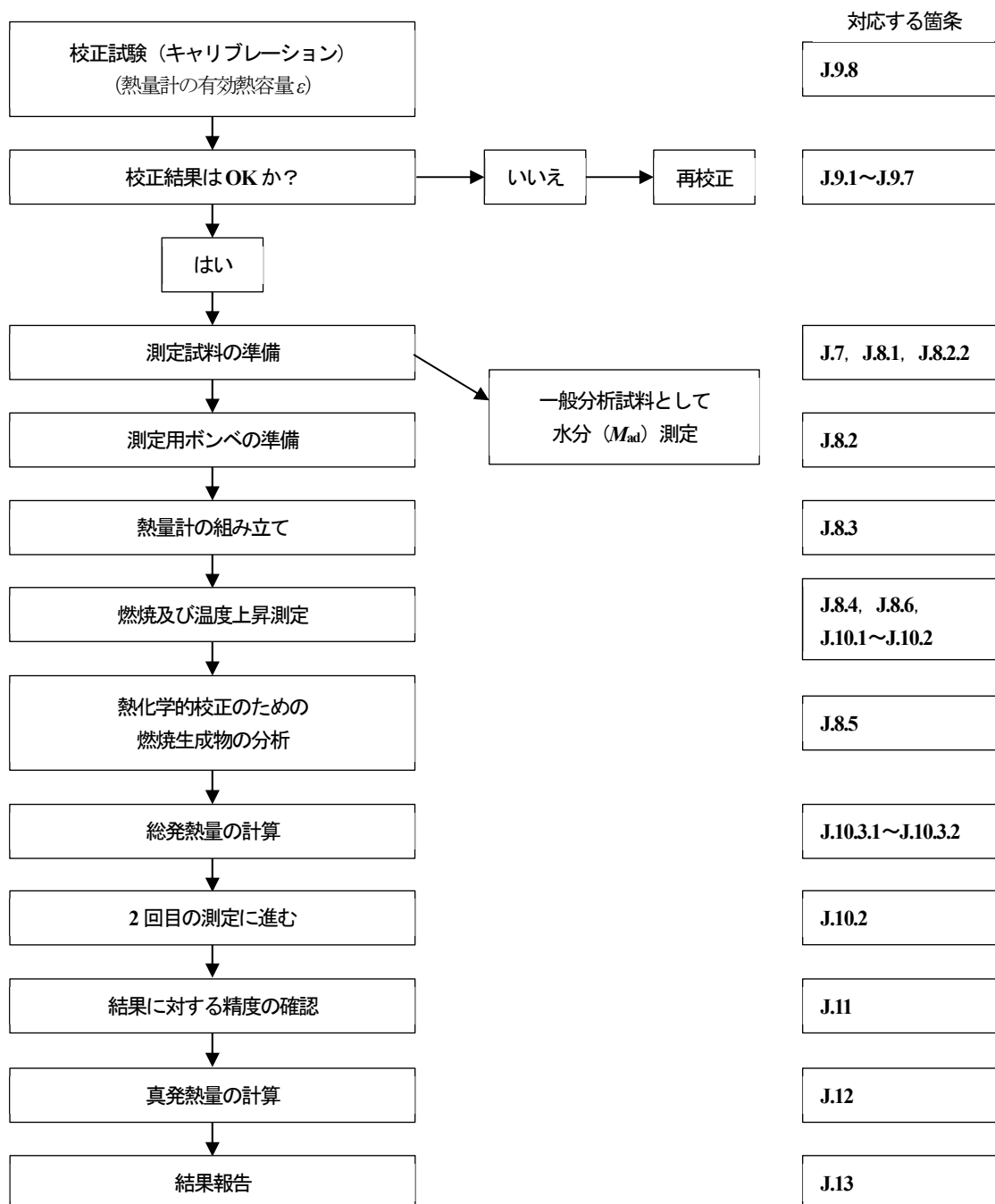
t_{mf}	燃焼後の平均温度
t_{Fa}	燃焼期間終了後 a 分の温度
t_x	時間 τ_x における温度
τ	時間
τ_i	燃焼期間開始の時間
τ_f	燃焼期間終了の時間
τ_x	ディキンソン (Dickinson) の推定時間
R	気体定数 ($R=8.31447 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$)
G	比速度定数
g	調整期間における温度上昇速度 (dt/dt)
g_i	燃焼前における温度上昇速度
g_f	燃焼後における温度上昇速度
P_{st}	かくはん動力
daf	無水無灰
$w(A)_d$	無水バイオ燃料の灰分
$w(C)_d$	無水バイオ燃料の炭素含有量
$w(Cl)_d$	無水バイオ燃料の塩素含有量
$w(H)_d$	無水バイオ燃料の水素含有量 (バイオ燃料中の水素と同じように鉱物質の水和水からの水素を含む。)
$w(O)_d$	無水バイオ燃料の酸素含有量
$w(N)_d$	無水バイオ燃料の窒素含有量
$w(S)_d$	無水バイオ燃料の硫黄含有量

附属書 J.G
(参考)

発熱量計算時に最も使用される固体バイオ燃料のデフォルト値

バイオ燃料の起源		水素 (H) 質量分率 無水無灰ベース	酸素 (O) 質量分率 無水無灰ベース	窒素 (N) 質量分率 無水無灰ベース	硫黄 (S) 質量分率 無水無灰ベース
1.1 森林、植林地及びその 他からの未利用木材 1.2.1 化学処理されてい ない木材副産物及び残材	樹皮、葉を有しない樹幹材 [1.1.3.3, 1.1.3.4, 1.2.1.3, 1.2.1.4]	6.2	43	0.1	0.02
	全木 [1.1.1, 1.1.2]	6.2	43	0.2	0.02
	林地残材 [1.1.4]	6.1	41	0.5	0.04
	樹皮 [1.1.6, 1.2.1.5]	6.1	40	0.4	0.1
	早生樹 [1.1.1.3, 1.1.2.3]	6.3	44	0.5	0.05
注記1 上記リストの数値は ISO/TC 238/WG4 によって文書化され、承認を受けている。 注記2 上記リストの数値は無水無灰ベースである。ISO 16993 に “分析ベース” から “無水ベース” への換算式を掲載している。 注記3 固体バイオ燃料の起源についての仕様は ISO 17225-1:2014 表 1 に従って掲載している。					

附属書 J.H (参考) 発熱量測定作業のフローチャート



附属書 K (規定) かさ密度の測定

序文

この附属書 K は、固体バイオ燃料のかさ密度を測定する方法として、ISO 17828:2015 Solid biofuels — Determination of bulk density (固体バイオ燃料—かさ密度の測定) を引用する。

この附属書は、流動性を有して、連続的な流れの中で搬送可能な固体バイオ燃料のかさ密度の測定法について規定する。実際的な理由から、測定には 5 L 又は 50 L の体積の二つの標準的な計量容器を採用した。これらの容器の体積が限られているため、一部の燃料、例えば粗木片、未粉碎の樹皮、結束された材料及び大きなブリケットはこの附属書の適用範囲から除外されている。そのような燃料のかさ密度は、輸送に使用されるコンテナ（容器）又はローリーの質量及び体積から計算ができる。

固体バイオ燃料の実際の貯蔵量要件を決定するには、通常、試料分析の条件（基準計量容器体積に対する堆積物の高さ、含水率）とは異なり、他の異なる貯蔵条件も考慮する必要がある。

この附属書に記載の方法は、幾つかの理由によってばら積み材料を衝撃にさらすことを定めている。衝撃は一定量の体積減少をもたらし、これは生産途中に生じる圧縮効果の原因となる。圧縮効果は、燃料が、通常、本測定法で採用した計量容器よりもはるかに大きい容器、又はサイロ内に輸送又は貯蔵されるという事実に起因する。

実際には、より高い質量荷重は、負荷圧力の増大及び材料の沈降をもたらし、輸送中の振動によってさらに強められる。実際の充填作業又は荷下ろし作業では、通常、試験実施に選択した方法よりも高い落下深度が適用される。これはまた、粒子落下時の運動エネルギー増加によって、より高い圧縮をもたらす。

したがって、試料に一定の衝撃を与える方法は、衝撃を与えない方法より優れているとして、かさ密度の反映に実用上通用すると考えられてきた。これは、多くの国で一般的な手順である輸送車両の体積負荷から、供給燃料の質量を推定する必要がある場合に特に当てはまる。

K.1 適用範囲

この附属書は、基準計量容器を用いて固体バイオ燃料のかさ密度を測定する方法について規定する。この方法は、公称最大粒度 100 mm の流動性のある固体バイオ燃料に適用可能である。

かさ密度は絶対値ではない。そのため結果の相互比較が可能な様に測定条件が基準化されている。

注記 固体バイオ燃料のかさ密度は、振動、衝撃、圧力、生分解、乾燥及び湿潤といった種々の要素によって変動する。そのため、測定されたかさ密度は、輸送、貯蔵、又は積み替えなどの現場実態から逸脱することがある。

K.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 17828:2015 Solid biofuels — Determination of bulk density
(ISO 17828:2015 固体バイオ燃料—かさ密度の測定)

K.3 用語及び定義

この附属書に用いる主な用語及び定義は、**附属書 A** による。

K.4 原理

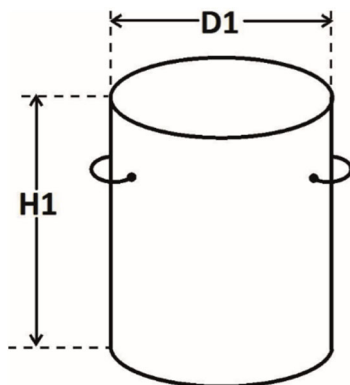
所定のサイズ及び形状の測定試料を基準容器に充填し、定義された衝撃を与えて圧密化し、その後に秤量する。かさ密度は、標準体積当たりの正味質量から計算され、測定された含水率で報告される。

K.5 試験装置及び試験器具

K.5.1 計量容器

K.5.1.1 概要

容器は、円筒形であり、耐衝撃性で滑らかな表面材料で製造されていること。容器は、形状や体積の変化を防ぐために、変形に強いものであること。容器は防水性があること。取扱いを容易にするため、取っ手は外部で固定する。直径に対する高さの比は、1.25～1.50 の範囲内にあること。

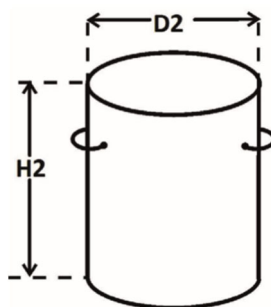


記号

D1 360 mm

H1 491 mm

図 K.1—大型計量容器



記号

D2 167 mm

H2 228 mm

図 K.2—小型計量容器

K.5.1.2 大型容器

大型計量容器（図 K.1 参照）は、50 L (0.05 m³) の内体積をもち、体積は±1 L (=2 %) のずれを許容する。有効径（内径）は 360 mm、有効高さ（内寸）は 491 mm（図 K.1 参照）とする。高さ一直径比が K.5.1.1 であれば、寸法変化は許容する。

K.5.1.3 小型容器

小型計量容器（図 K.2 参照）は、5 L (0.005 m³) の内体積をもち、体積は±0.1 L (=2 %) のずれを許容する。有効径（内径）は 167 mm、有効高さ（内寸）は 228 mm（図 K.2 参照）とする。高さ一直径比が K.5.1.1 であれば、寸法変化は許容する。

K.5.2 天びん

K.5.2.1 天びん 1

天びんは、10 g の桁まで読み取れること。この天びんは、大型容器での測定に使用する。

K.5.2.2 天びん 2

天びんは、1 g の桁まで読み取れること。この天びんは、小型容器での測定に使用する。

K.5.3 小角材（すり切り棒）

K.5.1.1 において、容器の直径より長く剛性のある小角材をすり切り棒として用いる。計量容器のふちに沿って横方向に動かし計量容器内の材料をすり切る。

注記 計量容器と **K.5.4** の木質ボードの間に 150 mm の落下高さを位置決めするために、別の小角材又は他の器具を用いることを推奨する。

K.5.4 木質ボード

約 15 mm の厚さをもつ平らな木質ボード（例えば、OSB、合板）で、衝撃を与える際の容器落下に十分な大きさをもつもの。

K.6 試料の調製

サンプリングは、**附属書 B** に準拠して実施すること。必要であれば、試料は**附属書 B** に準拠して測定試料に分割する。測定試料の体積は最低測定容器の 30 % 以上多くする。

注記 水分は試料内で均一に分布するように注意する必要がある。

K.7 手順

K.7.1 容器体積の測定

使用前に、容器の質量及び充填量を測定すること。空の清潔で乾燥した容器を天びん（**K.5.2.1** 又は **K.5.2.2**）で計量する。次いで、最大体積まで水及び数滴の湿潤剤（例えば、液体石鹸）を容器に充填する。それを再び計量する。水は 10 °C ~ 20 °C の温度であること。容器の体積 (V) を水の正味質量と水の密度 (1 kg/dm^3) から計算し、大型容器の場合は 0.01 L ($0.000 01 \text{ m}^3$)、小型容器は 0.001 L ($0.000 001 \text{ m}^3$) の桁に丸めて記録すること。

注記 1 水密度に及ぼす温度の影響は無視できる。

注記 2 容器は定期的に清掃し、その体積は定期的に点検しなければならない。

K.7.2 容器の選択

大型容器（**K.5.2.1**）は、**ISO 17225** 固体バイオ燃料のうち比較的大きめの材料に使用できる。公称最大粒度 12 mm 未満の材料及び直径が 12 mm 以下のペレットについては、小型容器（**K.5.2.2**）を使用することができる。

K.7.3 測定手順

- a) 容器上部ふちの上 200 mm ~ 300 mm の高さから試料を落下し、最大高さの円すい（錐）が形成されるまで、試料材料を注ぐことによって容器を充填する。

注記 1 充填する前に、容器が乾燥して清潔であることを確認すること。

- b) 150 mm の高さから充填された容器を木製板（**K.5.4**）の上に自由落下させることによって、充填された容器は衝撃を受けて試料が沈降する。衝撃試験前に、木製板の落下領域から粒子を除去する。容器が垂直に板に当たることを確認する。衝撃を与える操作をさらに 2 回繰り返して合計 3 回を行う。次に、**K.7.3 a)** の要領で容器の上部に生じた空間部を再充填する。

注記 2 **K.5.3** で示した別の小角材は、落下前の計量容器と木製板との距離の間隔を決めるために使用する。

また、同等の衝撃を生じさせる他の機構も可能である。

- c) 余分な材料を、小角材（すり切り棒）（**K.5.3**）を用いて除去する。すり切り作業は容器の縁に沿ってゆっくり振幅運動で行う。測定試料に粗い材料が含まれている場合は、すり切り棒の移動を妨げる全ての粒子を手で取り除く。大きな粒子の除去で平面にくぼみができた場合、くぼみは再充填し、この除去作業を繰り返す。
- d) 試料材料の入っている容器を計量する。
- e) 繰り返して測定するため使用済みの試料材料を未使用の試料材料を併合する。重複測定の 1 回ごと **K.7.3 a)～K.7.3 d)**の手順を繰り返す。
- f) かさ密度測定直後に、附属書 D 又は附属書 E に準拠して試験試料（到着ベース）材料の含水率を測定する。

K.8 計算

K.8.1 到着ベースのかさ密度の計算

式(K.1)に従って、到着ベースの試料のかさ密度（ BD_{ar} ）を計算する：

$$BD_{ar} = \frac{(m_2 - m_1)}{V} \dots\dots\dots (K.1)$$

ここで、
 BD_{ar} ： 到着ベースのかさ密度（ kg/m^3 ）
 BD_d ： 無水ベースの試料のかさ密度（ kg/m^3 ）
 m_1 ： 空容器の質量（ kg ）
 m_2 ： 充填された容器の質量（ kg ）
 V ： 計量容器の正味体積（ m^3 ）

各個別決定の結果は、小数点第 1 位まで計算しなければならない。さらに報告を目的とするときには、個々の結果の平均値を計算して 10 kg/m^3 単位に丸めなければならない。

K.8.2 無水ベースでのかさ密度の計算

無水ベースでの測定試料のかさ密度（ BD_d ）は式(K.2)で計算される。

$$BD_d = BD_{ar} \times \frac{(100 - M_{ar})}{100} \dots\dots\dots (K.2)$$

注記 K.8.2 の式(K.2)は、収縮又は膨張を無視している。これは通常、測定試料が異なる乾燥状態で測定された場合に大きな偏差を生じる。木質燃料の場合、これらの現象は、通常、樹種に応じて、含水率約 25%の繊維飽和点以下で発生する。したがって、材料試料間の真の比較は、かさ密度が同様の含水率で測定される場合にのみ可能である。もし、異なる含水率の材料の試料の比較において、少なくとも一つの試料が繊維飽和点未満である場合、膨潤又は収縮の効果は、繊維飽和点以下の含水率差 1 ポイント当たり体積変化率は約 0.7 % の程度であると同様に含水率に差のある材料に基づいて測定値を比較するには、この補正係数の適用が有用である。

K.9 繰り返し精度及び再現精度

K.9.1 繰り返し精度

同一試験室で同一装置を使用して同一測定者が短時間内に行った重複測定（**K.7.3** 参照）の到着ベースかさ密度（ BD_{ar} ）について得られた結果は、表 K.1 の値を超えてはならない。

K.9.2 再現精度

同じ試料から得られた代表とする測定試料について二つの異なる試験室のそれぞれで実施された、到着ベースのかさ密度 (BD_w) の重複測定 (K.7.3 参照) の結果の平均値は、表 K.1 の値を超えてはならない。

表 K.1—繰り返し精度及び再現精度

かさ密度	得られた結果間の最大許容差	
	繰り返し精度の限度	再現精度の限度
300 kg/m ³ 未満のかさ密度	3.0 %	6.0 %
300 kg/m ³ 以上のかさ密度	2.0 %	4.0 %

K.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- 試験実施試験所名及び試験実施日
- 試験に使用した製品（又は試料）名
- この附属書の引用
- 用いた測定容器仕様
- K.8.1 に従って得られた到着ベースの含水率での試験結果（必須）又は K.8.2 に従って得られた試験結果（任意）を該当する記号
- 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 L (規定) 炭素・水素及び窒素の測定

序文

この附属書 L は、固体バイオ燃料中の窒素の全含有量を測定する方法として、ISO 16948:2015 Solid biofuels — Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen (固体バイオ燃料—炭素・水素及び窒素の全含有量の測定) を引用する。炭素、水素及び窒素の機器分析方法は、現在広く普及しており、しばしば国際標準が存在する以前に開発された化学的方法よりも、広く使用されている。

炭素、水素及び窒素の信頼性の高い測定は品質管理にとって重要であり、測定結果は固体バイオ燃料の燃焼に適用される計算の入力パラメータとして使用できる。窒素含有量の環境上の重要性は、 NO_x の排出 (フューエル NO_x の形成) と関連している。水素含有量は、真発熱量の算出において重要である。 CO_2 排出量の決定には炭素含有量が必要である。

ケルダール法は、0.1 %未満の濃度で窒素含量を測定する方法として、最も信頼できることが認識されている。適当な方法は ISO 333 に要約されている。

L.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料中の全炭素、水素及び窒素含有量の測定方法について規定する。

L.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版 (追補を含む。) は適用しない。

ISO 16948:2015 Solid biofuels — Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen
(ISO 16948:2015 固体バイオ燃料—炭素・水素及び窒素の全含有量の測定)

L.3 用語及び定義

この附属書に用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

L.4 原理

既知の質量の試料を酸素又は酸素/キャリアガス混合条件で燃焼させると、灰及び気体状の燃焼生成物に変換される。気体状の燃焼生成物は主に二酸化炭素、水蒸気、窒素又は窒素酸化物、硫黄及びハロゲン化水素の酸化物及びオキシ酸からなる。硫黄又はハロゲン化物生成物に付随する水素は、水蒸気として放出されるために確実に処理する。窒素の酸化物は窒素に還元され、妨害成分は除去される。次いで、ガス中の二酸化炭素、水蒸気及び窒素を、適切なガス分析機器によって定量的に測定する。

L.5 試薬及び校正物質

L.5.1 概要

警告 試薬の取扱いには注意が必要で、その多くは有毒で腐食性がある。

特に記載のない限り、分析には認められた分析グレードの試薬と校正標準試薬のみを使用する。

L.5.2 キャリアガス

使用するキャリアガスは、ヘリウム又は機器製造業者によって指定されたガスを使用する。

L.5.3 酸素

酸素は、機器製造業者が指定した物を使用する。

L.5.4 追加の試薬

追加の試薬は、機器製造業者が指定したタイプ及び品質の試薬。

L.5.5 校正物質

校正に適した純粋な有機物質の例を表 L.1 に示す。

表 L.1—適切な校正物質の例と理論的な C, H 及び N の含有量

名称	化学式	% C	% H	% N
Acetanilide アセトアニリド	C ₈ H ₉ NO	71.1	6.7	10.4
Atropin アトロピン	C ₁₇ H ₂₃ NO ₃	70.6	8.0	4.8
Benzoic acid 安息香酸	C ₇ H ₆ O ₂	68.8	5.0	0.0
Cystine シスチン	C ₆ H ₁₂ N ₂ O ₄ S ₂	30.0	5.0	11.7
Diphenyl amine ジフェニルアミン	C ₁₂ H ₁₁ N	85.2	6.6	8.3
EDTA エチルジアミン四酢酸	C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₈	41.1	5.5	9.6
Phenylalanine フェニルアラニン	C ₉ H ₁₁ NO ₂	65.4	6.7	8.5
Sulfanil amide スルファニルアミド	C ₆ H ₈ N ₂ O ₂ S	41.8	4.7	16.3
Sulfanilic acid スルファニル酸	C ₆ H ₇ NO ₃ S	41.6	4.1	8.1
TRIS トリス	C ₄ H ₁₁ NO ₃	39.7	9.2	11.6

校正物質は無水で、高純度、すなわち 99.9 % 以上でなければならない。校正目的のためには、理論値ではなく、校正物質の証明書に従った C, H, N の含有量を使用しなければならない。この附属書の要件を満たしていれば、他の純粋な校正物質を使用することができる。

L.5.6 認証標準物質（CRM 又は SRM）の使用

校正の精度が要求される性能特性を満たすかどうかを確認するために、国際的に認知された機関が発行した認証標準物質を使用する。認証標準物質の例は、NBS 1573 トマト葉及び NBS 1575 松針葉である。

マトリックス効果又は濃度範囲の制限によって、認証された標準物質の良好な回収率が得られない場合、少なくとも二つの CRM 又は SRM による校正がこれらの問題を解決する可能性がある。この場合、校正に使用されたものの以外の CRM 又は SRM 材料を検証目的で使用する。

注記 CRM, SRM は次の目的で使用する。

- 正確な分析方法の確立。
- 消耗品等の交換、試験所での品質管理、分析成績の確認、最新の検出限界に用いるなどとして測定装置を適切に調整すること。
- 測定品質保証プログラムの長期的な妥当性と完全性を保証すること。

L.6 試験装置及び試験器具

試験方法を満足に実行するためのコンポーネントと構成を様々利用できるため、ここでは特定のシステム仕様を示さないことにする。

ただし、装置は次の機能要件を満たさなければならない。

- 試料の燃焼条件は、炭素（鉍物炭酸塩を含む。）、水素（鉍物の構成水を含む。）及び存在する窒素の全てが、二酸化炭素、水蒸気（硫黄及び揮発性ハロゲン化物のオキシ酸に付随する水素を除く。）、窒素ガス又は窒素酸化

物のそれぞれに変換されなければならない。

- b) ガス中の二酸化炭素、水蒸気又は窒素の検出及び測定を、妨害する成分を除去又は分離するために、燃焼ガス又は代表的な成分を処理しなければならない。
- c) 水素含有量を測定する前に、ハロゲン化水素又は硫黄オキシ酸として存在する水素は、水蒸気としてガス中に放出されなければならない。
- d) 燃焼プロセスによって生成される窒素酸化物は、検出器で検出される前に窒素に還元されなければならない。
- e) 検出システムは、適用可能な全ての範囲にわたって、好ましくは直線的に、燃焼ガスの濃度と直接関連する応答を示さなければならない。
- f) 検出システムが非線形応答を示す場合は、燃焼ガスの濃度と正確に関連するような応答を評価するための方法を備えていなければならない。
- g) 必要に応じて他の適切なデータを入力した後、検出器応答を表示したり試料中の炭素、水素、窒素の濃度を計算して表示したりする手段を含まなければならない。

L.7 試験試料の調製

試験試料は、**附属書 B** に準拠して作成する。一般分析試料の公称最大粒度は 1 mm 以下とする。試験試料の含水率は、試験試料の別の部分を使用して**附属書 F** に記載されている方法によって同時に測定しなければならない。

注記 1 幾つかの機器では、公称最大粒度 1 mm 以下の試験試料を調製する必要がある。所望の精度を維持するためには 0.25 mm である。“初めての試料”については、適切な粒度の妥当性を実験で検証することが望ましい。

注記 2 ある種の機器では、誤った結果が得られないように、無水の分析試料で水素の測定を行う必要がある。乾燥試料で測定する際には、分析試料を測定直前に**附属書 F** に記載されている方法で乾燥する。乾燥した試料を使用する場合、誤った低炭素結果を得るおそれがある。

L.8 操作

L.8.1 測定試料の調製

機器種類と炭素、水素、窒素濃度予想値に応じて、製造元が推奨する量の試験試料を（相対）誤差 0.1 % で秤量する。測定試料は、マイクロ又はセミクロ分析計の場合には、試料カプセルに直接秤量する。そうでなければ、直接計量してもよいし、適切な計量容器から移してもよい。

L.8.2 装置の校正

最初に分析システムを評価するときは、製造元の指示に従って測定のための校正機能を設定する。必要に応じて、分析中に設定された校正機能を調整する。レプリケート分析、SRM 及び CRM の使用、基準試料を用いて基準チャートを作成するなどして、装置の性能をチェックする。校正及び品質管理の体制は、測定の不確かさを必ず得られるように編成し、維持すること。

L.8.3 試験試料の分析

分析機器製造業者の指示に従って試験試料の測定試料（**L.8.1**）を分析する。

試料のバッチ間の間隔で、校正物質（**L.5.5**）、CRM（**L.5.6**）又は実験室内用用の対照試料を分析する。

対照試料は、試料と同等の炭素、水素及び窒素含有量とする。

自動装置（CHN 元素分析装置）で分析を実行する例

- a) 機器を調整する二つの模擬試料
- b) 校正值の確認又は校正を行うための三つの試料
- c) 一つの試験室対照試料，実際の試料の種類に対する機器性能を保証するためのもの
- d) 九つの試料（2 回実施すること。）
- e) 校正を確認する校正物質の二つの試料
- f) 全ての試料が処理されるまで d)～e)の繰り返し
- g) 一つの試験室試料

分析実行中における校正の確認は，設定した校正機能の調整目的で使うことができる（L.8.2 参照）。調整は，機器性能の小さなドリフトを補うのみとし，相対誤差が 10 %を超える場合は通常，機器誤動作の可能性はある。

L.9 結果の表記

分析されたバイオ燃料試料の全炭素，水素及び窒素含有量は，質量分率（%）として記録する。

繰り返し測定の平均値として，無水ベースで結果を報告する。以下の式は，無水ベースの計算に使用される。

$$\text{炭素含有量} : C_d = C_{ad} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad \text{.....(L.1)}$$

$$\text{窒素含有量} : N_d = N_{ad} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad \text{.....(L.2)}$$

$$\text{水素含有量} : H_d = \left[H_{ad} - \frac{M_{ad}}{8.937} \right] \times \frac{100}{M_{ad}} \quad \text{.....(L.3)}$$

ここで， d : 無水ベース

ad : 分析値

M_{ad} : 分析実施時の一般分析試料の含水率

係数 8.937 は，試料中に存在する水分の水素濃度を計算するためのものである。係数は，水（H₂O）の化学式と水素（1.008）と酸素（15.999 4）の原子量から得られる。

結果は，ISO 16993 に従って，到着ベースとして計算することができる。

L.10 試験報告書

試験報告書には，少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 測定方法
- e) L.9 にある結果の表記に示す式によって計算した試験結果
- f) 測定中に確認された，結果に影響する可能性がある異常な事象
- g) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 M

(規定)

硫黄及び塩素の測定

序文

この附属書 M は、固体バイオ燃料中の全硫黄及び全塩素含有量の測定方法について ISO 16994:2016 Solid biofuels — Determination of total content of sulfur and chlorine (固体バイオ燃料—硫黄及び塩素の全含有量の測定) を引用する。硫黄及び塩素は、固体バイオ燃料中に様々な濃度で存在する。燃焼プロセス中、それらは通常、硫黄酸化物及び塩化物に転換される。これらの元素及びその反応生成物の存在は、腐食及び環境に有害な排出に大きく寄与し得る。

塩素は、有機及び無機化合物中に存在し、ISO 16995 で測定できる水溶性塩化物の量を超えるか、又は等しい。

密閉燃焼容器内の酸素雰囲気中での燃焼は、硫黄及び塩素の全含有量を決定するための分解方法として望ましい方法である。この方法の利点は、分解を ISO 18125 で規定する発熱量の測定に関連付けて実施できることである。密閉容器での分解は適切な代替方法である。他の分析技術 [例えば、管状炉における高温燃焼及びエシュカ (Eschka) 法] もまた使用され得る。塩素及び硫黄化合物は、種々の方法、例えば、イオンクロマトグラフィー、ICP、滴定法によって測定できる。

これらの方法がバイオマス標準物質で検証され、また M.10 の要件を満たしている場合、自動装置及び代替方法を使用することができる。

M.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料中の全硫黄及び全塩素含有量の測定方法について規定する。この附属書は、燃料分解のための二つの方法と、分解溶液中の元素定量のための種々の分析法を規定する。この附属書では自動装置の使用も含まれており、規定どおりに妥当性が検証され、性能特性がこの附属書に記載した方法と類似していることを条件とする。

M.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版 (追補を含む。) は適用しない。

ISO 16994:2016 Solid biofuels — Determination of total content of sulfur and chlorine
(ISO 16994:2016 固体バイオ燃料—硫黄及び塩素の全含有量の測定)

M.3 用語及び定義

この附属書に用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

M.4 原理

M.4.1 一般

全硫黄及び全塩素含有量の測定は、2 段階（**M.4.2** 及び **M.4.3**）又は自動装置（**M.4.4** 参照）を用いて行われる。

M.4.2 バイオ燃料の分解

- 方法 A : 燃焼容器内の酸素雰囲気中での燃焼及び酸性ガス成分の吸収溶液中への吸収。
- 方法 B : ISO 16967:2015, パート A に記載する密閉容器での分解。

M.4.3 分解溶液中の硫酸塩及び塩化物の定量

- イオンクロマトグラフ法 : ISO 10304-1 による。
- ICP (Inductively Coupled Plasma, 誘導結合プラズマ) : ISO 11885 (硫黄及び塩素としての測定) による。

M.4.4 自動装置

装置を適切なバイオマス標準物質で調整した場合、自動機器を使用することができる。自動装置を使用する場合、硫黄及び塩素化合物は、気体成分として（例えば、赤外線法によって）検出される。自動装置の例としては、自動元素分析装置、AOX 分析装置が挙げられる。

自動装置又は蛍光 X 線を使用する場合は、それぞれの主要なバイオマス標準物質（ISO 17225-1:2014 の表 1 : 木質バイオマス、草本バイオマス又は果実バイオマスを参照。）について、以下の CEN Guide 13:2008 の箇条 3 に従い妥当性を検証すること。

CEN Guide 13:2008 の箇条 3 次の二つのアプローチのうちの一つを用いた代替方法の検証

- 完全な検証を参照方法に適用して行う方法。
- 参照方法を比較する相対的な検証。例えば実験室間での比較試験。

注記 例えば藁の標準物質のみで調整された装置は、例えば木材中の硫黄、塩素の自動測定には適していない。その理由に通常木材中のそれらの元素濃度がかなり低いか、異なるマトリックスの未知の影響のためによる。

M.5 試薬

次の試薬は、**M.8.1.1**（方法 A）に記載の分解方法に関連する。方法 B の試薬及び **M.8.2** に従った異なる検出方法の試薬は、対応する標準物質で規定する。

M.5.1 一般

全ての試薬は少なくとも分析用グレードで、それぞれの目的に適していなければならない。特に、塩素と硫黄の含有量が測定に影響しない程度の微量のものであること。

M.5.2 水

脱イオン水で、通常は **M.5.1** の要求事項を満たすこと。

M.5.3 酸素

99.5 % (V/V) 以上の分析用純酸素

M.5.4 助燃剤／エンハンサー (Combustion aid/enhancer)

安息香酸、パラフィン油、アセトブチレートカプセル、ポリエチレンバッグなど、種々の物質を使用できる。

M.5.5 認証標準物質（CRM 又は SRM）の使用

認証標準物質を使用して、校正の精度が要求性能特性を満たしているかを確認する。認証標準物質としては、SRM 1570 ホウレンソウ葉、SRM 1571 果樹園の葉、SRM 1573 トマト葉及び SRM 1575 松針葉などである。

マトリックス効果又は濃度範囲の制限によって、認証標準物質の良好な回収率が得られない場合、二つ以上の CRM 又は SRM による校正によって、これらの問題を解決することができる（例えば、CRM 101 松針葉及び CRM 100 ブナの葉）。その場合、校正に使用されたもの以外の CRM 又は SRM を検証目的で使用するものとする。

注記 CRM, SRM は、次の目的で使用する。

- a) 正確な分析方法の確立。
- b) 消耗品等の交換、試験所での品質管理、分析成績の確認、最新の検出限界把握に用いるなどして測定装置を適切に調整すること。
- c) 測定品質保証プログラムの長期的な妥当性と完全性を保証すること。

M.6 試験装置及び試験器具

M.6.1 一般

M.6.1.1 分析天びん 0.1 mg の桁で測定できるもの

M.6.1.2 一般的な実験装置 メスフラスコやメスシリンダーなど

M.6.2 方法 A

M.6.2.1 錠剤成形器（ペレットプレス） 0.1Nm の力を加えることができ、直径が約 13 mm の錠剤状に成形するための金型を備えたもの。

M.6.2.2 燃焼容器 硫黄及び塩素の測定に適したもの

燃焼容器は、発熱量の測定に使用されるものと同じであってもよい（ISO 18125 参照）。

燃焼容器は、試験中漏れがなく、液体の定量的回収が可能なもの。その内面の材質は、ステンレススチール又は燃焼プロセス、生成物の影響を受けない他の材料であること。

構造の原理から、製造に使用する材料又は燃焼容器表面に、燃焼中に形成された酸性ガスが吸着又は反応する可能性があり、それらを洗浄することができないため、熱量計の全ての燃焼容器を使用できるわけではない。

M.6.3 方法 B

試料分解容器と関連加熱装置（ISO 16967 参照）

M.7 試験試料の調製

試験試料は、附属書 B によって作成された公称最大粒度が 1 mm 以下の一般的な分析試験試料とする。

注記 記載されている精度と繰り返し精度の限度を維持するために、1 mm（例えば、0.25 mm）未満の試験試料が必要な場合がある。1 mm 未満の公称最大粒度を使用する場合、結果の正確さは、試料に使用するサイズに調製された CRM に支配される。

結果は無水ベースで計算するので、試験試料の含水率は、試験試料の別の部分を使用して**附属書 E** によって同時に測定する。

M.8 操作

M.8.1 分解

M.8.1.1 方法 A : 密閉燃焼容器内での燃焼

固体バイオ燃料試料は、通常、低密度及びその燃焼挙動のため錠剤の形態で燃焼する。

- 約 1g の試料を採取する（燃焼容器が他の試料量用に設計されていない場合）。
- 適切な力で試料を押して、0.1 mg まで測れる小さくて壊れにくい錠剤状に成形する。発熱量を同時に測定する場合、最終的に試料量は**附属書 B** に従って調製する。
- 試料を石英ガラス又は金属のつぼに移す。燃焼は、助燃剤（**M.5.5**）を用いて行うことができる。
- a) **液体助燃剤** 試料錠剤の質量を測定後、るつぼ内に置いた錠剤に液体助燃剤を滴下する（液体を吸着させる）。追加量は正確に計量する。
- b) **燃焼袋又はカプセル** 粉末状の試料は、正確な既知質量の燃焼バッグ又はカプセルに充填することができる。試料の質量は、試料を充填した燃焼バッグ又はカプセルを秤量し、バッグ又はカプセルの質量を差し引くことで計算する。
- c) **固体助燃剤** 試料の質量を測定した後、適切な量の補助剤（例えば、安息香酸）を添加し、助燃剤の追加量を秤量する。試料と助燃剤を注意深く混合し、前に示した方法で混合物全体を錠剤状に調製する。錠剤の質量が、試料の質量と助燃剤の質量に等しいことを確認する。
- 燃焼容器に 1 mL の水を加える（発熱量を同時に測定する場合は **ISO 18125** も参照）。あるいは、水を省略するか、多量の水（最大 5 mL）も使用できる。塩素又は硫黄の含有量が質量分率で 2% を超える場合、生成された酸性化合物をアルカリ性水溶液中で中和してもよい。イオンクロマトグラフィーを使用する場合、炭酸塩/重炭酸塩溶液のような吸収溶液を移動相に使用してもよい。全ての場合において、装置の校正及び空試験は、同じ量及び同じ種類の吸収溶液で行わなければならない。
- るつぼを所定の位置に置き、点火ワイヤを配置する。燃焼容器を組み立て、カバーをしっかりと締める。点火する前に、燃焼容器に 30 バール（3 MPa）の酸素を充填する。

注記 1 試料の塩素含有量が非常に低い場合、通常点火に使用される綿糸は、塩素含有量の測定値に著しく影響する可能性がある。この場合、綿糸不使用の高純度可燃性試料ホルダーを使用することで影響を回避できる。

注記 2 硫黄及び塩素濃度をイオンクロマトグラフィーで測定する場合（クロマトグラム中の幾つかのピークは十分に分離できない場合がある。）、特に燃焼容器を酸素バージすることで、燃焼プロセス中の亜酸化窒素生成を減少できる。

- 燃焼後、燃焼容器の圧力をゆっくりと開放してから容器をあける。
- 燃焼容器の内容物をメスフラスコ（50 mL 又は 100 mL）に移す。
- 燃焼容器、カバー及びるつぼ（るつぼ内の燃焼残留物を含む。）を水で十分洗浄し、洗液も全てメスフラスコに回収して、標線まで満たす。このとき燃焼後に形成された灰もフラスコ内に入れること。

試料に高濃度の硫黄や塩素（> 2%）を含む場合は、全ての酸性ガス成分が確実に溶解するように燃焼ガスをディスクフィルター付きガス洗浄びんに通して溶液に吸着させる。このガス洗浄びんからの溶液は燃焼容器洗液と混合するか、燃焼容器の溶液とは別個に分析する。

注記 3 試料に多量の灰分（> 5%）が含まれていると、塩素と硫黄が燃焼残留物にトラップされる可能性がある。

その場合、燃焼残留物の塩素及び硫黄含有量を XRF 又は灰の融解手順などで測定できる。あるいは、助燃剤と組み合わせて試料量を少なくする。

注記 4 硫黄、塩素の含有量が高い試料（例えば、草本試料又は廃棄試料）の後に塩素、硫黄の含有量の低い試料（例えば未利用木材）を分析する場合は、特に注意する。燃焼容器を洗浄する最も効率的な方法は、純粋な安息香酸で複数回燃焼させること（**M.8.1.3** 空試験参照）である。

その後の分析方法では、定容する前にろ過のような溶液の化学的処理が必要となる場合がある。

発熱量は同時に測定できる。この場合、**ISO 18125** に従わなければならない。他のハロゲン（フッ化物、臭化物、ヨウ化物）の含有量は、同様の方法で測定できる（EN 14582 参照）。

M.8.1.2 方法 B：密閉容器での分解

密閉容器での分解方法は **ISO 16967** による。塩素の測定は、分解に試料 100 mg 当たり H_2O_2 （過酸化水素）0.8 mL を使用する。塩素の損失を避けるために、**ISO 16967** に比べて多量に使用する。

M.8.1.3 ブランク試験

M.8.1.1（方法 A）又は **M.8.1.2**（方法 B）にそれぞれ記載されているのと同じ手順及び装置を用いて、ブランク試験を実施し、方法 A には安息香酸を使用すること。この試験は試薬に含む元素、装置及び雰囲気からの汚染の影響を調べるものである。この結果が定量に重大な影響を与えてはならない。

測定したブランク値は、試料で得られた値から差し引かれなければならない。元素濃度の高いときは、ブランク値は試料含有量の 10 %未満でなければならない。元素濃度の低い（試料中の 500 mg/kg 未満の含有量）のときは、試料液中の元素含有量の 30 %以下であることが望ましい。

M.8.2 検出方法

M.8.2.1 イオンクロマトグラフ法

イオンクロマトグラフ法は硫酸塩と塩化物を検出する方法である。この測定は **ISO 10304-1** による。

注記 分解によって得た溶液は、イオンクロマトグラフの損傷を避けるために、孔径 0.45 μm のフィルターチップを備えたシリンジを用いて濾過する。

M.8.2.2 その他の検出方法

次の方法は、国際レベルで標準化されて妥当性が検証済みであり、その性能特性が当該附属書の方法で得た結果と類似する場合に使用することができる。

表 M.1—硫酸塩及び塩化物の測定のための他の方法

方法	Cl	S	規格（例）
ICP 法	○	○	ISO 11885
測光（測色）法	○		DIN 51727
比濁法		○	ASTM D516-07
電量測定法（クーロメトリー）	○		DIN 38405-1 (method D1-3)
電位差滴定法	○		DIN 38405-1 (method D1-2)

M.8.3 装置の校正

最初に分析システムを評価するときは、製造元の指示に従って測定のための校正機能を設定する。必要に応じて、分析中に設定した校正機能を調整する。レプリケート分析、SRM 及び CRM の使用、基準試料を用いて基準チャートを作成するなどして、装置の性能をチェックする。校正及び品質管理の体制は、測定の不確かさを必ず得られるように編成し、維持すること。

M.8.4 分解溶液の分析

分解した測定試料を製造元の指示に従って分析する。

M.9 結果の表示

M.9.1 一般

結果は、重複測定の平均とし、M.9.2 及び M.9.3 によって無水ベースで計算する。他の基準、例えば ISO 16993 による到着ベースで計算することもある。

M.9.2 全塩素

式(M.1)によって、無水ベースにおける試料中の塩素総含有量 $w_{Cl,d}$ を質量分率(%)として算出する。

$$w_{Cl,d} = \frac{(C - C_o)}{m} \times 100 \times \frac{100}{(100 - M_{ad})} \quad \text{.....(M.1)}$$

ここで、
 C : 溶液中の塩化物濃度 (mg/L)
 C_o : ブランク試験の溶液中の塩化物濃度 (mg/L)
 V : 溶液の体積 (L)
 m : 使用した測定試料の質量 (mg)
 M_{ad} : 分析試験試料中の含水率 [質量分率(%)]

M.9.3 全硫黄

式(M.2)によって、無水ベースでの試料中の硫黄の総含有量 $w_{S,d}$ の質量分率(%)を算出する。

$$w_{S,d} = \frac{(C - C_o) \times V}{m} \times 0.3338 \times 100 \times \frac{100}{(100 - M_{ad})} \quad \text{.....(M.2)}$$

ここで、
 C : 溶液中の硫酸塩の濃度 (mg/L)
 C_o : ブランク試験の溶液中の硫酸塩濃度 (mg/L)
 V : 溶液の体積 (L)
 m : 使用した測定試料の質量 (mg)
0.3338 : 硫黄と硫酸塩のモル当量比
 M_{ad} : 分析試験試料中の含水率 [質量分率(%)]

M.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 分解及び測定に使用した方法

- e) 試験結果及びその値のベース
- f) 測定中に確認された，結果に影響する可能性がある異常な事象
- g) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 N (規定) 微量元素の測定

序文

この附属書 N は、固体バイオ燃料中の微量元素の測定方法について **ISO 16968:2015** Solid biofuels — Determination of minor elements (固体バイオ燃料—微量元素の測定) を引用する。この附属書では、湿式化学分析法が記載されている。バイオマス標準物質のように適切な試料で妥当性が検証された場合、蛍光 X 線 (XRF) や加熱気化水銀分析装置などの代替方法を利用できる。

N.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料中のひ素、カドミウム、コバルト、クロム、銅、水銀、マンガン、モリブデン、ニッケル、鉛、アンチモン、バナジウム及び亜鉛といった微量元素の測定方法を規定する。また、この附属書では試料の分解方法、検液の分析に際して各元素に適した機器分析方法を示す。セレン、錫及びタリウムのような他の元素の測定についても、附属書に記載されている方法を適用できる。

N.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 16968:2015 Solid biofuels — Determination of minor elements
(ISO 16968 固体バイオ燃料—微量元素の測定)

N.3 用語と定義

この附属書に用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

N.4 記号及び略語

N.4.1 元素記号

As	ひ素
Cd	カドミウム
Co	コバルト
Cr	クロム
Cu	銅
Hg	水銀
Mn	マンガン
Mo	モリブデン
Ni	ニッケル

Pb	鉛
Sb	アンチモン
V	バナジウム
Zn	亜鉛

N.4.2 略語

CV-AAS	還元気化原子吸光分析法
GF-AAS	黒鉛炉型原子吸光分析法
HG-AAS	水素化物発生原子吸光分析法
ICP-OES	誘導結合プラズマ発光分光分析法
ICP-MS	誘導結合プラズマ質量分析法

N.5 原理

試料は、フッ素樹脂製の密閉容器の中で硝酸、過酸化水素水及びフッ化水素酸を加え、マイクロウェーブや電熱器を用いて分解する。得られた検液は希釈して、元素ごとに適当な機器を用いて測定する。

N.6 試薬

化学分析用又はそれ以上のグレードの試薬を用いる。ブランク値が許容レベル（分析結果の 30 %）を超える場合、より高純度な試薬の使用の検討が必要である。

N.6.1 水 測定に影響を及ぼす微量元素が含まれないこと。

注記 1 脱イオン水又は二重蒸留水は、通常この要件を満たす。

注記 2 使用する水は、実験室用の超純水製造システムを使用して生成する。(導電率=0.056 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

N.6.2 フッ化水素酸 (HF) 40 % (w/w), $\rho = 1.13 \text{ g/mL}$

警告 フッ化水素酸は健康被害をもたらす可能性がある。

N.6.3 過酸化水素水 (H_2O_2) 30 % (w/w), $\rho = 1.11 \text{ g/mL}$

N.6.4 硝酸 (HNO_3) $\geq 65 \%$ (w/w), $\rho = 1.41 \text{ g/mL}$

N.6.5 ホウ酸 (H_3BO_3) 4 % (w/w)

N.6.6 認証標準物質 (CRM, SRM) 校正の精度が要求される性能特性を満たすかどうかを確認するために国際的に認知された機関が発行した物。

例 NBS1570 ホウレンソウ葉, NBS1571 果樹園葉, NBS1573 トマト葉及びNBS1575 松針葉。

マトリックス効果や分析可能な濃度範囲の制限によって入手可能な標準物質では十分な回収率が得られない場合、2 種類以上の CRM, SRM で校正することによって、これらの問題を解決することができる。この場合、試験結果の検証には校正に使用したもの以外の CRM, SRM を用いる。

注記 CRM, SRM は、次の目的で使用する。

- 正確な分析方法の確立。
- 消耗品等の交換、試験所での品質管理、分析成績の確認又は最新の検出限界把握に用いるなどして測定装置を適

切に調整すること。

- c) 測定品質保証プログラムの長期的な妥当性と完全性を保証すること。

N.7 試験装置及び試験器具

N.7.1 加熱炉，電熱器 分解操作に適し， $220^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ の精度で使用可能なもの。

N.7.2 マイクロウェーブオーブン 温度制御装置を備えた室内用のもの。

N.7.3 分解容器 加熱システムで用いる。通常はフッ素樹脂製。

N.7.4 天びん 1 mg を読み取れるものを用いる。

N.7.5 樹脂製のメスフラスコ

N.8 試験試料の調製

試験試料は**附属書 B**に準拠して公称最大粒径が 1 mm 以下になるように調製する。試験試料の粉碎に際しては、ミルの素材から汚染されないよう十分に注意する。例えば、クロムやニッケルを測定する場合、ミルの刃はステンレス製ではなく炭化タングステン製やチタン製のものを使用するとよい。また、高速ミルは摩耗率が高いので使用しない方がよい。

結果は無水ベースで計算するため、試験試料の含水率を**附属書 F**に従って求める。

N.9 試験操作

N.9.1 分解

- 分解容器内で、均質な試料を 400 mg～500 mg，1 mg の桁まで秤量する。
- 2.5 mL の過酸化水素水（30 %）を加え，1 分～5 分放置する。
- 5 mL の硝酸（65 %）を加える。
- 0.4 mL のフッ化水素酸（40 %）を加え，分解容器を閉じる。なお，同種の固体バイオ燃料でフッ化水素酸を使用しなくても同等の結果が得られることが確認できていれば，フッ化水素酸の使用を省略してよい。また，フッ化水素酸を使用する場合は，耐性のある機器・器具を用いる必要がある。

注記 1 この試験で使用するフッ化水素酸は比較的低濃度なので，ICP-OES や ICP-MS を使用する場合はネブライザーを耐フッ化水素酸のものに変更すれば十分である。フッ化水素酸への適応性は，製造業者に確認をする。

GF-AAS や ICP-OES を使用する場合，ホウ酸を使用してフッ化水素酸を錯体化するのも有効である。この方法を適用する場合は検証試験が必要である。また，ホウ酸の純度にも注意する。

- 試料の分解のため，以下の加熱条件に従って試料を加熱する
電熱器加熱 ステップ 1 : 1 時間以上かけて 220°C まで昇温する ($3.33^{\circ}\text{C}/\text{分}$)。
ステップ 2 : 220°C で 1 時間保持する。
上記温度は，電熱器の指示値を参照すること。

注記 2 フッ素樹脂製の容器を用いる分解装置の中には， 170°C 以上に温度を上げることができないものがある。この場合，バイオマス標準材料を用いた分析において 220°C で加熱した場合と同等の結果を得ることができるのであれば，低い温度で分析を行ってもよい。

マイクロ波加熱 ステップ 1 : 15 分以上かけて 190 °C まで昇温する。

ステップ 2 : 190 °C で 20 分間保持する。

上記の温度は、検液の温度を示す。

- 冷却後、検液をメスフラスコに移す。分解容器を高純度の水で丁寧に洗い、洗浄水をメスフラスコに移す。適用する機器分析方法に応じて、検液を高純度の水で希釈する。

N.9.2 検出方法

- ICP-MS, ICP-OES, GF-AAS では、As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn の分析ができる。これらの方法は、燃料仕様を検証するのに十分な能力を持っている。
- As, Se は、HG-AAS で分析ができる (ISO 17378-2 参照)。
- Hg は、CV-AAS で分析ができる (EN 12338 参照)。
- ICP-OES の使用に際しては、ISO 11885 を参照する。
- ICP-MS の使用に際しては、ISO 17294-2 を参照する。
- 適当なバイオマス標準材料による検証の結果、この附属書で示した方法と同等の性能があることが示されれば、上記以外の機器分析方法を使用することができる。

N.9.3 装置の校正

分析機器の導入時は、製造業者の指示に従って校正手順（頻度、条件等）を確立する。実際の分析に際しては、必要に応じて設定した校正手順を調整する。繰り返し分析、SRM や CRM、参照試料や管理図等の標準的な手順を使用して、装置の性能をチェックする。校正手順や品質管理計画は、要求される不確かさが得られるように構成し、維持されなければならない。

N.9.4 検液の分析

所定の方法に従って検液を分析する。

N.9.5 ブランク試験

N.9.1～N.9.4 に記載されている手順でブランク試験を実施する。これによって、試薬中の分析対象元素の含有量及び装置、試験室雰囲気からの汚染の両方を評価する。得られたブランク値は試料の分析値から差し引くのが望ましい。ブランク値は分析結果に影響を与えてはならない。もしブランク値が分析結果の 30 % を超える場合は、そのブランク値を報告して、より高品質の試薬の使用を検討するのが望ましい。

N.10 計算

試料中の分析対象元素の含有量 (w_i) は、無水ベースで mg/kg で表す。含有量は式(N.1)を用いて求め、二重測定の結果の平均を報告値とする。

$$w_i = \frac{(C_i - C_{i,0}) \times V}{m} \times \frac{100}{(100 - M_{ad})} \quad \dots\dots\dots (N.1)$$

ここで、
 w_i : 試料中の元素濃度 (無水ベース, mg/kg)
 C_i : 希釈された検液中の元素の濃度 (mg/L)
 $C_{i,0}$: ブランク試験の溶液中の元素濃度 (mg/L)
 V : 希釈した検液の体積 (mL)
 m : 測定試料の質量 (g)
 M_{ad} : 試験試料の含水率 (%m/m)

結果は **ISO 16993** に基づいて到着ベース等他の基準に換算する場合がある。

N.11 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品（又は試料）名
- c) この附属書の引用
- d) 分解方法及び機器分析方法
- e) 測定結果とその算出根拠が分かるデータ（**N.10** 参照）
- f) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- g) この附属書からの逸脱点又は任意とみなされる事項

附属書 O (参考) 灰溶融挙動の測定

序文

この附属書 O は、固体バイオ燃料の灰溶融挙動の測定方法 ISO 21404:2020 Solid biofuels — Determination of ash melting behaviour (固体バイオ燃料—灰溶融挙動の測定) を引用する。灰溶融は、焼結、収縮及び膨潤も起こり得る複雑なプロセスである。この国際規格に記載された試験方法は、高温での固体バイオ燃料灰の複合無機成分の融解及び溶融挙動に関する情報を提供する。試験方法は経験に基づいたものである。試験に使用する灰は、550 °Cで灰化することによって燃料から調製された均一な材料である（あるいは、710 °C又は815 °Cの灰化温度を使用してもよい）。測定は制御された雰囲気下で制御された昇温速度で行われる。これに対して、実際の条件では、燃焼と溶融とが複雑に絡むプロセスのため、不均一な粒子混合、昇温速度及びガス組成の変化を伴う。

この試験で測定する温度特性は、加熱時の溶融析出物の形成や炉床凝集物の発生を伴う固体バイオ燃料の異なる種類及び性質による灰の傾向の比較に使用することができる。この方法は、ISO 540:1995 及び DIN 51730:1998 に記載されている方法に基づいている。

灰溶融性及び灰軟化は、灰溶融と同義語である。

O.1 適用範囲

この附属書は、固体バイオ燃料の灰溶融挙動の特徴的な温度を測定する方法について規定する。

O.2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成する。この引用規格は、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ISO 21404:2020 Solid biofuels — Determination of ash melting behavior
(ISO 21404:2020 固体バイオ燃料—灰溶融挙動の測定)

O.3 用語と定義

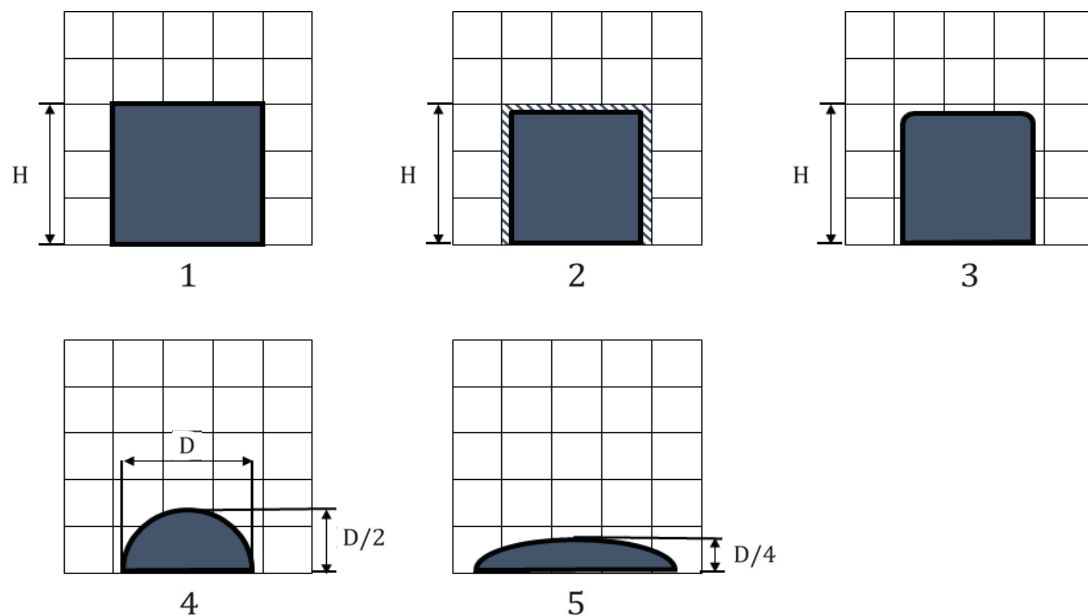
この附属書に用いる主な用語及び定義は、附属書 A による。

O.4 原理

バイオ燃料からの灰は、制御された温度 [(550±10) °C] までの時間及び装置仕様の制御された条件下で調製される。この灰を均質化し、調製した灰から試験柱を作製する。調製した試料から作成した灰を一定速度で昇温し、連続的に観察する。形状に特定の変化が生じる温度を記録する。特性温度は附属書 A に定義する (図 O.1 も参照)。

550 °Cで調整された灰については、灰中の炭酸塩からの二酸化炭素の遊離による変形温度を決定することは困難で

あり、試験片の強い収縮を生じる場合がある。より高い温度での灰化は、灰から炭酸塩を除去するが、低融点塩類の可能性のある成分も除去する。いくつかの目的（例えば、木質ペレットに関するクリンカ発生問題の検討）では、試験条件で指定されているならば、 $(710 \pm 10)^\circ\text{C}$ 又は $(815 \pm 10)^\circ\text{C}$ のどちらかの灰化温度で報告することができる。



記号説明

- 1 基準（測定開始）温度での元の形状
- 2 SST：収縮開始点
- 3 DT：軟化点
- 4 HT：融解点
- 5 FT：溶流点

図 0.1—灰溶融プロセスの段階

0.5 試薬及びその他の物質、材料

0.5.1 エタノール 純度 95 %以上

0.5.2 金製ワイヤ（直径 0.5 mm 以上）又は金製板（厚さ 0.5 mm～1.0 mm） 純度 99.99 %又は認定融点（例えば、 1064°C ）をもつもの

0.5.3 ニッケル製ワイヤ（直径 0.5 mm 以上）又はニッケル製板（厚さ 0.5 mm～1.0 mm） 純度 99.9 %又は認定融点（例えば、 1455°C ）をもつもの

注記 ニッケルは還元雰囲気での校正にのみ使用する。

0.5.4 パラジウム製ワイヤ（直径 0.5 mm 以上）又はパラジウム製板（厚さ 0.5 mm～1.0 mm） 純度 99.9 %又は認定融点（例えば、 1554°C ）をもつもの

0.5.5 二酸化炭素、一酸化炭素、水素、二酸化炭素と一酸化炭素の混合物 [CO: 55 %～65 % [体積比 (V/V)], CO₂: 35 %～45 % (V/V)] 又は水素と二酸化炭素の混合物 [H₂: 45 %～55 % (V/V), CO₂: 45 %～55 % (V/V)]

0.6 試験装置及び試験器具

O.6.1 灰化用皿 白金又は黒鉛のような不活性材料で作られ、試験部分の負荷が底面積の 1 g/cm^2 を超えないようなサイズの灰化用皿を、全てのバイオマス材料に使用することができる。最初の使用の前に、皿を灰化温度まで 60 分間加熱し、周囲温度まで冷却しなければならない。皿の材料は、試料又は試料の灰と反応してはならない。他の材料（例えば、磁器）の皿を使用する場合、灰化プロセス中に灰又はバイオマス材料との反応が起こらないこと、すなわち、灰が緩い粉末（焼結も溶融もしていないもの。）であるべきであり、皿の表面が灰化後に無傷であることをチェックしなければならない。

O.6.2 灰化炉 必要な温度において均一な熱の領域をもち、かつ、指定された時間内にこれらの温度に到達することができるもの。炉内の空気交換は、バイオ燃料の分解中に生成された煙道ガス SO_2 及び CO_2 を、これらのガスが加熱中に灰成分と反応する前に除去するのに十分でなければならない。

注記 ISO 1171 による石炭灰の調製には、 SO_2 及び CO_2 と灰との反応を排除するために、5～10 回/分の空気交換が必要である。バイオマスについては、影響は予想されるが、灰溶融結果に及ぼす灰化炉中の空気交換の影響についての科学的証拠は現在存在しない。バイオマスは、通常、石炭灰に比べて灰分が低く、灰分は軽量である。この特性は、灰が灰化するつばから吹き飛ばされる原因となり、空気交換の可能性を制限することがある。灰溶融挙動の結果に対するこれらのパラメータの変動の感度分析は、特定の設定によって価値があり得る。

O.6.3 試料容器又はバッグ 灰化した試料を 1～10g 保持し、最小限の空隙を残すのに適した気密性があるもの。例えば、LDPE ジップリップバッグ又は最大 50 ml の広口 HDPE ボトルがある。

O.6.4 加熱炉 以下の条件を満たす電式炉。

- a) 少なくとも 1500°C の最高温度に達することができるものでなければならない。
- b) 試料を加熱するための均熱帯をもつもの。
- c) 試料を 550°C 付近から均一な速度で昇温できるもの。
- d) 測定時に要求される試験雰囲気（**O.7.1** 参照）を維持することが可能なもの。
- e) 昇温中の試料の形状変化を観察できるもの。照明又はカメラ感度のいずれかの条件で、低光条件で試験を観察するものでなければならない。

O.6.5 高温計（パイロメータ） 白金又は白金－ロジウム熱電対を含むもの。

O.6.6 金型 高さ 3 mm～4 mm 及び高さに等しい直径を有する直立円筒試験体を作るもので、黄銅、ステンレス鋼又は他の適当な材料のもの。

O.6.7 ハンドプレス 試験柱作成時に必要なばね圧縮を用いたもの。

注記 一般に、製造業者が製造する金型に使用されるように設計されたハンドプレスが適切であると考えられる。

O.6.8 試料の支持台 測定の間にそれが歪まない、灰に反応したり吸収したりすることがないような材料のもの。二酸化ジルコニウム支持体が適切であるが、白金箔などの非吸収性界面を、元の支持体と試験片との間に使用することができる。焼結アルミナ又は緻密質ムライトの支持体は、液体灰の反応又は吸収のために、特に FT についての結果に影響を及ぼすことが示されており、避けるべきである。

O.6.9 流量計（O.7.1 参照） 還元ガスの成分を測定するためのものや、酸化ガスの流量を測定するためのもの。

O.6.10 乳鉢と乳棒 メノウ（瑪瑙）又は酸化ジルコニウム又は耐摩耗性材料で作られたボールミルのような適切な粉碎器具。

O.6.11 光学機器 カメラ又はビデオ機器を使用することによって、試験中に試料のプロファイルを観察することが

できるもの。

0.7 試験条件

0.7.1 試験雰囲気

燃焼システムの条件に応じて酸化雰囲気又は還元雰囲気を用いる。酸化雰囲気は、試料通過時の最小線形流速を周囲温度換算で 100 mm/分～250 mm/分の間の試験片を通過する最小線形流速で炉に導入された空気又は二酸化炭素によって得られる。還元性雰囲気は、

- a) 二酸化炭素と一酸化炭素の混合物 [CO: 55 %～65 % [体積比 (V/V)], CO₂: 35 %～45 % (V/V)] 又は
- b) 水素と二酸化炭素の混合物 [H₂: 45 %～55 % (V/V), CO₂: 45～55 % (V/V)]

注記 還元雰囲気の場合、炉内への空気の流入を防止するのに十分であれば、流速はそれほど重要ではない。ただし、酸化性雰囲気でも同じ低流速レベルを推奨する。

大口径の炉では、大気混入の影響を受けるために約 400 mm/min が必要になることがある。

いずれの場合も、製造元の指示書を参照。回転流量計の補正は、炉管の内部断面積に流速を mm/min 単位で乗じ、単位 L/min に換算することである。

警告 上記還元雰囲気を使用する場合、炉から出るガスは一酸化炭素の割合を含む。したがって、これらのガスが、フード又は効率的なファンシステムによって、外気に通気されることを確認することが不可欠である。

水素を還元性雰囲気で使用する場合、水素の導入前と供給停止後に二酸化炭素をパージするなど、爆発が起らないように十分注意すること。

0.8 校正チェック

高温計は、少なくとも年に1回、必要に応じて、例えば、金の融点 (**0.5.2**) 及び可能であれば炉の最高温度 (**0.6.4**) においてパラジウムの融点 (**0.5.4**) を観察することにより、日常的な試験条件下で加熱要素を交換した後に点検する。オープン内の異なる位置に基準ワイヤを配置する。ニッケルの融点 (**0.5.3**) を観察して還元性雰囲気を試験する。高温計は、少なくとも年に 1 回、必要に応じて金の融点 (**0.5.4**)、可能であれば炉の最高温度 (**0.6.4**)、パラジウム (**0.5.4**) の融点を観察することによって、試験条件下で高温計を定期的に点検しなければならない。還元雰囲気の試験はニッケル (**0.5.3**) の融点を観察することによって行う。

観察した金又はパラジウムの融点が、**0.5.4** 及び **0.5.6** で得られた材料の融点から 10 °C以上異なる場合、再調整又は再校正する。

金とパラジウムの融点の観測に代わる方法は、認定された基準試験所によって認定された熱電対を使用して高温計を点検するか、標準的な基準試験所に追跡可能な校正を使用することである。

観察したニッケルの融点が **0.5.3** で得られた融点から 10 °C以上異なる場合、不十分な還元雰囲気によって引き起こされるニッケルの酸化が原因と考えられる。装置の炉内への空気の流入を検査し、流量とガスの品質を制御し、ニッケルの融点を再確認する。

注記 ニッケルの正確な融点は、還元ガスの組成が正しいことを保証するものではない。

0.9 操作

0.9.1 灰の調製

灰化用皿（**O.6.1**）に固体バイオ燃料の分析試料を、最低 1 g の灰を得る十分な量を取り、底面上に均一に広げる。完全燃焼を確実にするための添加剤の使用はできない。るつぼ内の灰化済み試料の補充による連続的な灰化も認められない。

皿を灰化炉（**O.6.2**）に入れ、以下の温度プログラムに従って空気雰囲気中で加熱する。

- 加熱速度 3 °C/min～5 °C/min で、炉の温度を 230 °C～250 °C に均一に上げる。この温度で少なくとも 180 分間維持し、揮発性物質をサンプルから除去する。この工程の間、試料が発火してはならない。発火の有無を炉を開けて確認しない。炉内温度の急激な上昇は発火の証拠である。試料が発火した場合、より低い加熱速度及びより低い保持温度で灰化手順を繰り返す。
- 炉の温度を (550±10) °C まで（又は、他のより高い最終灰化温度±10 °C に）10 °C/分の加熱速度で均一に上昇させ続ける。最終灰化温度で少なくとも 120 分間維持する。
- 加熱を停止し、試料を入れた炉を 200 °C 未満に冷却する。

灰化用皿を炉から取り出す。皿及び灰化試料を耐熱プレート上で周囲温度まで冷却する。試験片の準備を進めるか、サンプル容器又はバッグにサンプルを保管する（**O.6.3**）。

灰が他の灰化温度での灰化中に焼結をした場合、灰は廃棄し、試料の灰化は 550 °C の灰化温度で上記の手順を適用して繰り返す。

灰化が不完全である疑いがある場合は、灰化が完了するまで 550 °C で灰化を継続する。灰を一晩調製し、翌朝試験柱の調製を続けることが推奨される。

0.9.2 試験柱の調製

灰を乳鉢（**O.6.10**）でできるだけ細かく粉碎する。粉碎中に灰を粉碎器具外に出してはならない。粒径が粗すぎると、試験柱の調製中に問題が生じる。試験柱は、取付け及び加熱中にばらばらにならない鋭い輪郭を有するものでなければならない。

エタノール（**O.5.1**）で調製灰を十分量湿らせペースト状にし、ばねプレス（**O.6.6**）で金型（**O.6.7**）に成型する。試験柱を乾燥させ、できるだけ垂直に支持体に取り付ける（**O.6.8**）。

エタノール以外の液体は、エタノールで適切な試験柱を作製できない場合にのみ使用することができる。デキストリンは使用しない。また、化学反応により灰溶融挙動が変化する可能性があるため、水は使用しないこと。

試料は、高さ 3 mm～4 mm、直径が高さに等しい直立円柱状に成形しなければならない。試験柱は、観察を容易にするために鋭いエッジを有するものとする。

0.9.3 操作（又は特性温度の決定）

O.9.2 に従って試料を作成する。

試料を支持台（**O.6.8**）上に取り付け、室温の炉（**O.6.4**）に移し **O.7** 節に従って測定雰囲気と流速を調整する。試験は二つの試料を同時に試験しても、一つずつ連続で試験してもよい。試験は、灰化温度よりも少なくとも 50 °C 低い温度で開始されるならば、室温より高温で開始してもよい。

試験柱を 5 °C/分～10 °C/分の均一な速度で周囲温度から最終温度まで加熱する。

参照画像を 550 °C（または試料灰化温度が 550 °C でなかった場合は他の灰化温度）で取得し、その後、試験の終始、

少なくとも 5℃毎に画像取得して特徴的な形状変化が起こる温度を記録する (O.3 参照)。試料によっては、全ての特徴的な温度が測定可能であるわけではない。非常に高い灰溶融温度を有する試料は、炉の上限温度を超える前に溶融しない。このような場合、特性温度は、炉の上限温度よりも高い (例えば, FT > 1 500 °C) ものとして記録されなければならない。

注記 1 いくつかのバイオ燃料灰については、強い膨潤が観察され得る。このような場合には、経験豊富な試験者が特性温度を手動でチェックすることが強く推奨される。

注記 2 灰によっては、膨れ、歪み、収縮、膨潤、支持体の非湿潤 (高い表面張力によって引き起こされる。), 及び内部気泡の破裂などの困難に遭遇することがある。このような場合、これらの現象を記録し、異なるタイプの支持体を用いて実験を繰り返すことが推奨される。

O.10 試験報告書

試験報告書には、少なくとも次の情報が含まれていなければならない。

- a) 試験実施試験所名及び試験実施日
- b) 試験に使用した製品 (又は試料) 名
- c) この附属書の引用
- d) 灰化温度
- e) 雰囲気の種類 (還元性又は酸化性)
- f) 10 °C単位で四捨五入した対象となる固有温度 (少なくとも DT 及び FT, 対象となる固有温度が決定できない場合は、注記するものとする。)
- g) 灰化温度が 550 °C以外の場合、灰化温度 (推奨)
- h) 測定中に確認された、結果に影響する可能性がある異常な事象
- i) この附属書からの逸脱点

附属書 O.A (規定) 形状係数の定義

試料の形状係数 (F) は、加熱中の試料の画像解析にコンピュータを用いる場合に決定される。形状係数を決定するために、試料の影 (A) と同じ面積 (A') をもつ完全に半円の周長 (b) を計算する。この円周は、試料の実際に測定した周囲長さ (a) に関係して置かれる。この関係から形状係数を求める。

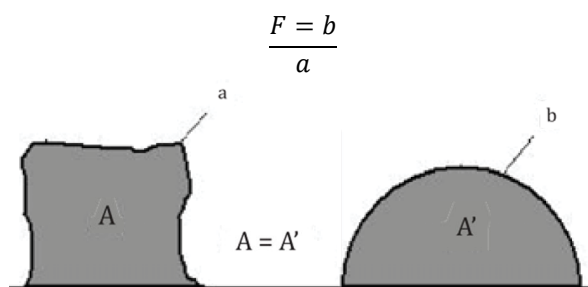


図 O.A.1—形状係数の定義の概略図

附属書 P
(規定)
試験報告書

P.1 試験結果の報告書

試験・測定した木質ペレット燃料は表 P.1 の様式に従い内容及び品質測定結果を記載する。

表 P.1—試驗結果報告書

製品名称	
製造業者名及びその所在地	
製造年月日及びロット番号	
直径及び長さ	
原料	
添加物の有無, 有の場合名称と添加率 (w-%)	
試料採取・調製年月日	
試料採取方法	
試料採取責任者 及び試料調製者氏名	

品質項目		単位	結果	試験機関及び 試験者	試験月日	試験方法
直径		mm				
長さ	L>40 mm の 質量割合	w-%				
	L>45 mm の 本数	本				
水分 (湿量基準)		w-%				
灰分		w-%				
機械的耐久性		w-%				
微粉		w-%				
真発熱量		MJ/kg 又は kWh/kg				
かさ密度		kg/m ³				
窒素		w-%				
硫黄		w-%				
塩素		w-%				
微量 元素	ひ素	mg/kg				
	カドミウム	mg/kg				
	全クロム	mg/kg				
	銅	mg/kg				
	鉛	mg/kg				
	水銀	mg/kg				
	ニッケル	mg/kg				
	亜鉛	mg/kg				
灰溶融挙動 (SST, DT, HT, FT)		℃				
注記 灰溶融挙動の各特性温度は、記載することが望ましいが、強制するものではない。						

制定等の履歴

制 定：令和5年6月15日農林水産省告示第 741 号

制定文、改正文、附則等（抄）

- 令和5年6月15日農林水産省告示第 741 号
令和5年7月15日から施行する。