

農林水産省委託事業報告書

平成 27 年度
「水資源循環の見える化」調査・検討事業
調査報告書

平成 28 年 3 月



みずほ情報総研株式会社

はじめに

今世紀は「水の世紀」と呼ばれ、世界の人口増加、社会の発展に伴い、水需要が増加するなかで、水資源の不足に対する懸念が高まっているところである。また、近年、局地的な豪雨や極端な小雨による渇水などを契機として、水問題に対する国民の関心も高まっている。

このような状況の中、製品やサービスを供給する際の水の利用量や水環境への影響を評価するウォーターフットプリント（以下、WFP という）について、2008 年に発足した Water Footprint Network（以下、WFN という）が WFP のためのガイドライン^{1,2}を発表した。

また、2014 年 8 月には WFP に関する国際規格が発行し（ISO14046）、その事例集（TR14073）も 2016 年には発行される見通しとなっている。

さらに、欧州では「複数の環境影響（マルチクライテリア）」を考慮した組織や製品の環境影響評価検討の動きが活発化している。欧州環境フットプリント事業においては、2015 年現在、個別製品ごとの評価ルールを開発中であり、2015 年後半にはコミュニケーション方法についての検討が始まるとされていた。

農業の生産活動において使用・消費される水は、世界の水利用量の約 7 割を占めると言われており、水資源の持続的な利用可能性について考える上で非常に重要な要素となっている。しかし、このことが、農林水産業が単純に水を多用しているとの、必ずしも水環境への影響として合理的でない評価につながる可能性も考えられる。

例えば、WFP の先駆けとなった WFN が提唱する手法は、単純に水消費量を足しあげる側面があることから、降水量の多い地域は必然的に WFP が大きい結果になる傾向がある。しかし、日本のように降水量が多い地域では、降水のすべてを農業活動で消費するわけではない。また、農業活動を通じて、水質浄化機能や地下水浸透機能等の環境保全効果も有している。

このような背景をふまえ、農林水産省では、これまでに木材と水稲（コメ）について、間伐や水田における“こだわりの取組”を WFP の観点で評価する検討を行ってきた。

検討の対象品目としては、播種から収穫までに複数年要する農産物や、複数年で収穫可能な農産物、また適正な水使用実態を通じて付加価値を検討する農産物等が考えられることから、本調査においては「日本茶」を評価対象とし、WFP 算定の試行および“こだわりの取組”による WFP 削減効果を検討した。また、WFP 評価手法の検討を通じた、農林水産分野における WFP の活用方法の検討を行った。

¹ <http://www.waterfootprint.org/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>

² <http://www.waterfootprint.org/?page=files/WaterFootprintAssessmentManual>

要約

第Ⅰ部 茶生産に係る基礎情報および国内外のWFP等算定・活用事例の収集

- ・ 茶の生産状況、栽培管理の概要、茶園における栽培技術等についての基礎情報を、文献調査に基づき収集・整理した。
- ・ 国内において、茶および緑茶飲料の製造を実施するメーカー2社にヒアリングを実施し、茶園や緑茶製品製造の過程における環境配慮の取組やWFPの活用に関してヒアリングを実施した。
- ・ 茶のWFP算定の検討に資するため、国内外におけるWFP算定事例を収集した。
 - ただし、茶のWFP算定に関しては事例に限られるため、対象品目としてコーヒーや紅茶も調査対象とするとともに、カーボンフットプリントの算定事例についても情報収集の対象とした。
 - 情報収集した事例は以下のとおり。

事例1：コーヒーと紅茶を対象としたCFPとWFPの算定事例

事例2：全球レベルでの茶のWFP比較の事例

事例3：立地の違う茶園におけるCFP比較の事例

事例4：緑茶飲料の消費形態に着目したCFP算定事例

事例5：インドにおける紅茶の有機栽培と慣行栽培の環境影響評価の事例

事例6：グアテマラにおけるコーヒーの環境影響評価事例

第Ⅱ部 茶のWFP評価手法の検討およびケーススタディの実施

- ・ 1,000mlの紙パック緑茶製品を製造するのにかかるWFPの算定を実施した。
 - 茶園、荒茶工場、製品工場を対象として、水量および水質のWFPを算定した。
 - 基本的な考え方として、観測データ等が入手できる場合は当該データを使用し、入手が困難な場合は、文献調査に基づきインベントリデータを推計することとし、間接的な水消費については、入手または推計したインベントリに、東京都市大学伊坪研究室「水使用量・消費量データベース（ver.2）」を適用して水量換算した。
 - 水量のWFPは、地域別の特性化係数に基づくTRF手法を使用。
 - 水質の評価では、茶園においては施肥由来の硝酸性窒素による地下水汚染への懸念が指摘されている点をふまえ、水質基準の逆数値を特性化係数にするTRI手法を採用した。
 - 算定の結果、本ケーススタディにおける水量の影響は製品1個あたり38L、水質への窒素の影響は8.3Lとなった。

- ・ 次に、茶園において“こだわりの取組”を実施した際に、どの程度「水の観点から環境影響に対してプラスの効果」があるかを示すため、文献調査にもとづき茶園で一般的に取り組まれていると考えられる取組事例を抽出した。
- ・ 評価対象とした茶園の取組は、以下のとおり。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 施肥量削減および肥効調整型肥料使用の取組 ➤ 石灰窒素使用による施肥量削減の取組 ➤ 点滴灌漑実施の取組 ➤ 畝間へのマルチングによる窒素溶脱防止の取組 ➤ 節水型散水氷結法による防霜対策の取組 ➤ 防霜ファンの節電実施の取組 ➤ スプリンクラー散水による農薬を使わない防除の取組 ➤ 水生植物帯等を利用した茶園排水の浄化の取組 |
|---|

- ・ この他に、WFP の観点から見た、茶の加工方法による違い（緑茶と紅茶違い）や生産地域による違い等について整理した。

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

- ・ 事業者における WFP やライフサイクルに係る環境負荷データ取得状況や WFP に関して事業者が懸念する事項の整理、消費者における WFP の認知度等について、現状把握を行った。
 - 事業者が WFP に対して持つ懸念の一つとして、「絶対値表示」をすることによる製品へのマイナスイメージの影響があげられた。
- ・ 本事業においては、“こだわりの取組”の効果を示す指標として WFP の活用可能性を検討していることから、まずは事業者に WFP の活用方法を示すことを目的として、WFP 計算結果の見せ方や活用方法の在り方について検討・整理した。
- ・ さらに、事業者における WFP 普及に向けた方策（案）の整理として、「WFP 算定に係るプラットフォームの構築」、そして「既存制度を活用したデータ収集・WFP 算定の好循環システムの構築」の観点から論点を整理した。

第 I 部

茶生産に係る基礎情報および

国内外のW F P 等算定・活用事例の収集

第 I 部 目次

1. 茶の基礎情報.....	2
1.1. 国内外における日本茶の生産状況.....	2
1.1.1. 国内における茶の需給状況	2
1.1.2. 国外における茶の需給状況	5
1.2. 日本茶の分類.....	10
1.3. 茶園管理の概要.....	17
1.3.1. 定植から摘採まで	17
1.3.2. 茶園管理の技術.....	19
2. 国内事業者へのヒアリング	22
2.1. ヒアリングの目的	22
2.2. 製茶メーカーへのヒアリング結果.....	22
2.3. 飲料メーカーへのヒアリング結果.....	26
3. 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集.....	29
3.1. 事例 1：コーヒーと紅茶を対象とした CFP と WFP の算定事例.....	29
3.2. 事例 2：全球レベルでの茶の WFP 比較の事例	31
3.3. 事例 3：立地の違う茶園における CFP 比較の事例.....	32
3.4. 事例 4：緑茶飲料の消費形態に着目した CFP 算定事例.....	34
3.5. 事例 5：インドにおける紅茶の有機栽培と慣行栽培の環境影響評価の事例.....	36
3.6. 事例 6：グアテマラにおけるコーヒーの環境影響評価事例	38
4. 欧州における環境フットプリント事業の動向.....	39
4.1. 環境フットプリント事業の概要	39
4.2. コミュニケーションの位置づけ・狙い、検討状況	40
4.3. コミュニケーションの活用例	41

1 茶の基礎情報

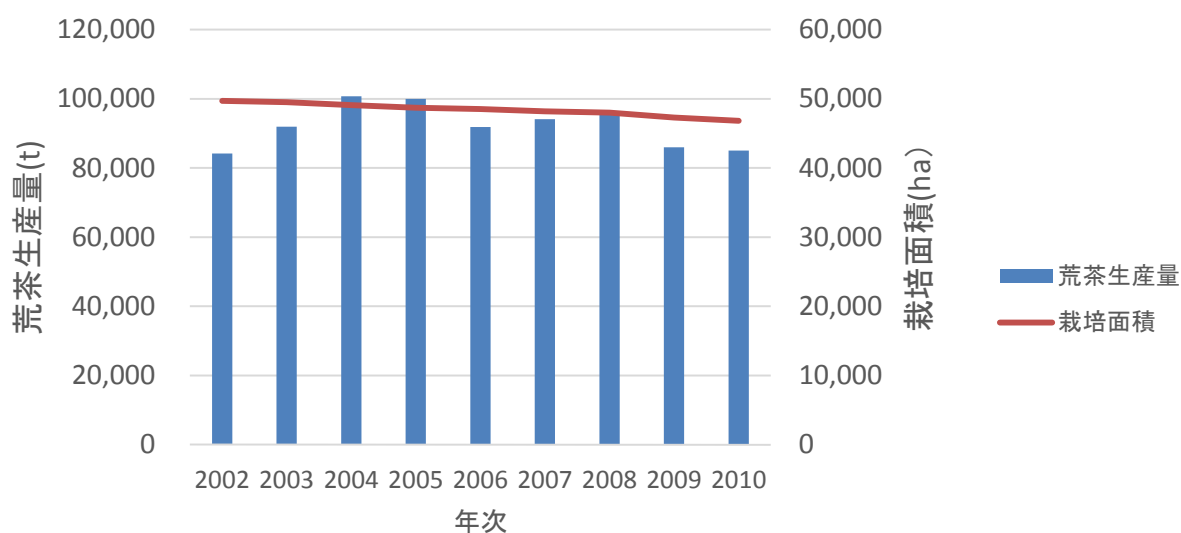
1.1 国内外における日本茶の生産状況

1. 茶の基礎情報

1.1. 国内外における日本茶の生産状況

1.1.1. 国内における茶の需給状況

- ・ 日本国内では、2010 年には 85,000t 生産されている。
 - 消費量は、国民一人あたりでみると 700～800g 程度で横ばいとなっている。(図表 1-1、図表 1-2、図表 1-3)。
- ・ 緑茶飲料の購入動向をみると、茶葉の一世帯あたりの購入金額は減少傾向である一方、ペットボトルを含む緑茶飲料は 2004 年には茶葉を上回り、増加傾向となっている。(図表 1-4)
- ・ 輸出額は増加傾向にあり、2012 年と比べて 1.5 倍に増加しており、主な輸出先はアメリカが占め、日本茶の主要な安定市場となっている。
 - 農林水産省は、2020 年までに茶の輸出額を 150 億円 (2012 年比 3 倍) に拡大することを目標としている (図表 1-5)。



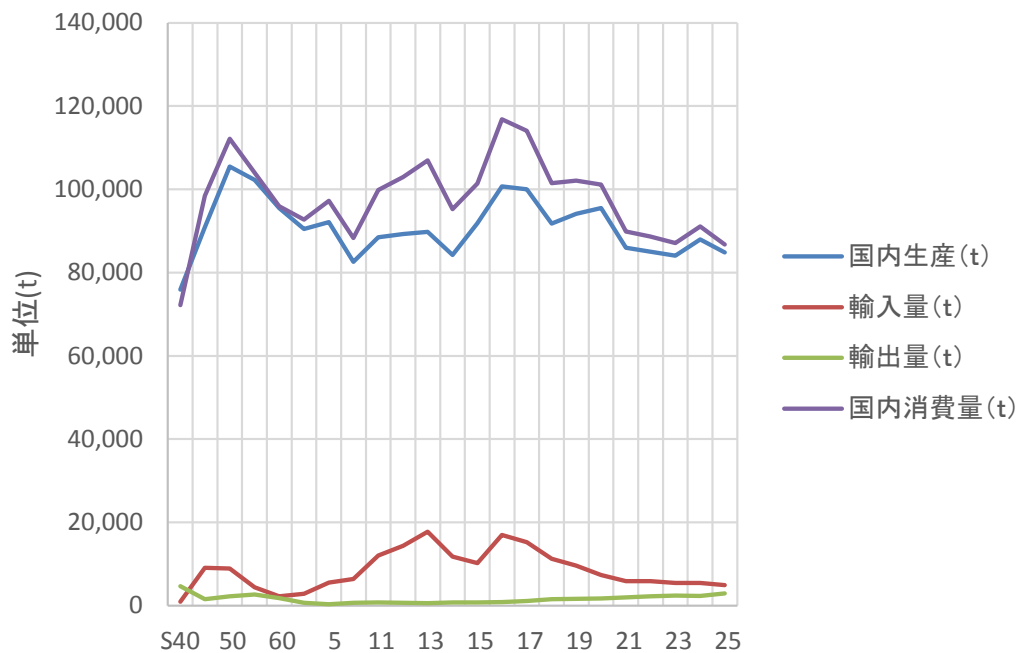
図表 1-1 生産量及び作付面積の推移³

³ 農林水産省、お茶をめぐる事情 (平成 27 年 1 月時点版)

第I部 茶生産に係る基礎情報および国内外のWFP等算定・活用事例の収集

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況



図表 1-2 緑茶の需給状況（グラフ）⁴

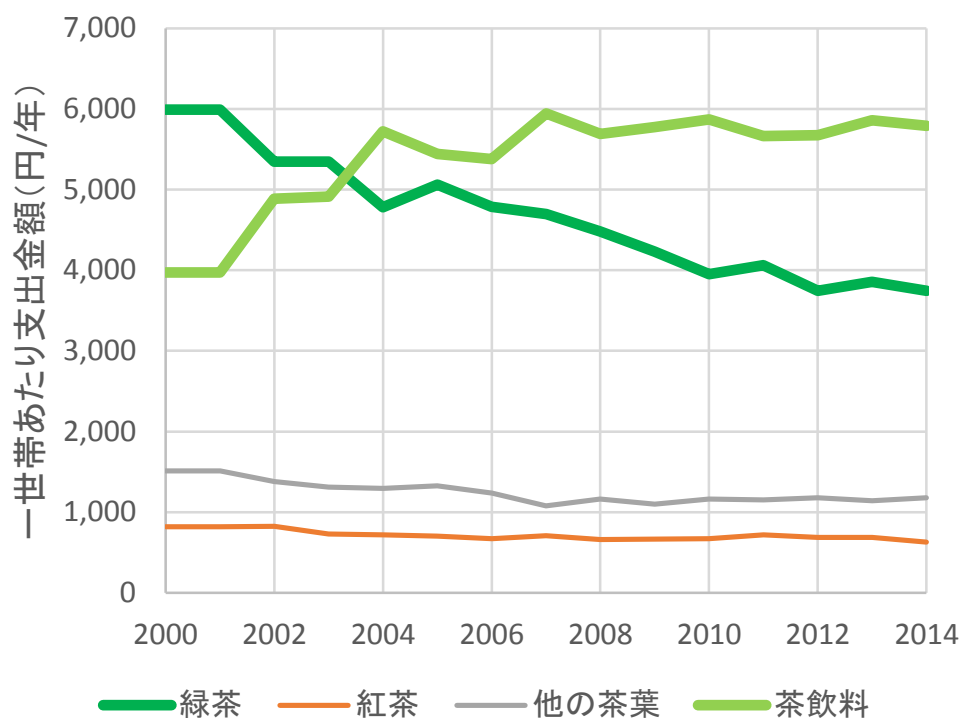
図表 1-3 緑茶の需給状況

年度	国内生産量 (t)	輸入量 (t)	輸出量 (t)	国内消費量 (t)	一人あたり消費量 (g)	(参考) 国内生産量/ 国内消費量
S40	75,874	920	4,653	72,141	727	105%
45	90,944	9,063	1,531	98,476	941	92%
50	105,446	8,860	2,198	112,108	1,002	94%
55	102,300	4,396	2,669	104,027	889	98%
60	95,500	2,215	1,762	95,953	793	100%
H元	90,500	2,854	635	92,719	752	98%
5	92,100	5,481	305	97,276	780	95%
10	82,600	6,399	652	88,347	698	93%
11	88,500	12,047	755	99,792	788	89%
12	89,300	14,328	684	102,944	811	87%
13	89,800	17,739	599	106,940	840	84%
14	84,200	11,790	762	95,228	747	88%
15	91,900	10,242	760	101,382	794	91%
16	100,700	16,995	872	116,823	915	86%
17	100,000	15,187	1,096	114,091	893	88%
18	91,800	11,254	1,576	101,478	795	90%
19	94,100	9,591	1,625	102,066	799	92%
20	95,500	7,326	1,701	101,125	792	94%
21	86,000	5,863	1,958	89,905	705	96%
22	85,000	5,906	2,232	88,674	692	96%
23	84,100	5,393	2,387	87,106	682	97%
24	88,000	5,473	2,351	91,122	715	97%
25	84,800	4,875	2,942	86,733	682	98%

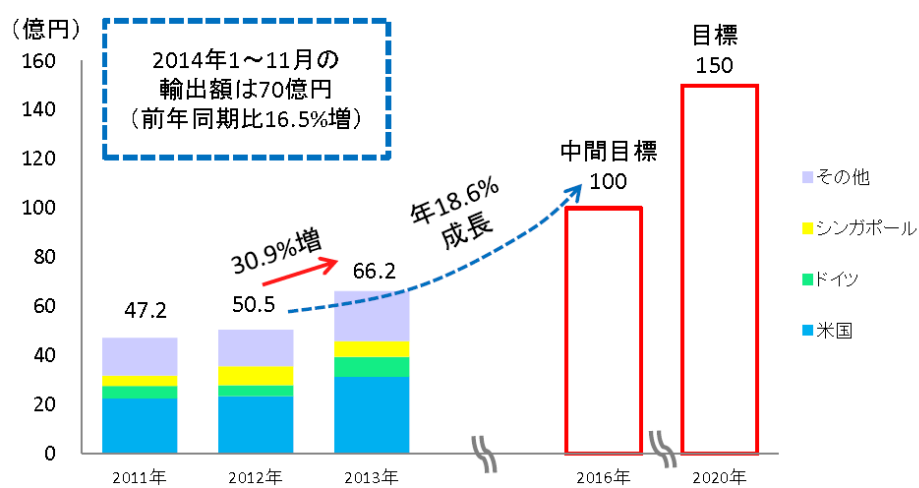
⁴ 全国茶生産団体連合会・全国茶主産府県農協連連絡協議会資料より、みずほ情報総研作成。

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況



図表 1-4 茶系飲料の消費推移⁵



図表 1-5 日本茶の輸出の状況⁶

⁵ 総務省家計調査より、みずほ情報総研作成

⁶ 農林水産省 (2015) 平成 27 年度茶の輸出拡大方針

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況

1.1.2. 国外における茶の需給状況

- ・ 世界の茶生産状況を見ると、最も生産量が多いのは中国、次いでインドであり、日本は世界 10 位の生産国である（図表 1-6）。
- ・ 茶の消費量が多いのは、生産量も多い中国、インドである（図表 1-7）。
 - 一方、一人あたり消費量を見ると、最も消費量が多いのはクウェートで、次いでアイルランド、イギリスが多い。この他、カタールやトルコ等、中東・アフリカ地域で一人あたり消費量が多い傾向がある（図表 1-8）。
- ・ 日本の主要輸出国である米国で、緑茶輸入実績が最も多い国は中国であり、日本は 2 位となっている（図表 1-9）。
 - 在米の日本茶インストラクターや、全米茶業協会会員を対象としたアンケート結果⁷では、米国において日本茶を主に飲用する場所は家庭内、次いで日本料理店が多く、また飲用方法はティーバッグが最も多いことが示されている（図表 1-10 図表 1-11）。
 - また、米国において日本茶が好まれる理由としては、「美味しいから」、「健康に良いから」、「リラックスするから」等が挙げられている。
 - 他国産の緑茶と比較して、日本産緑茶が有する優位性としては、「品質（旨味（アミノ酸含有量）」や「文化性」が挙げられている。

図表 1-6 世界の茶生産国（上位 10 か国）⁸

順位	国名	生産量(t)		
		2011	2012	2013
1	中国	1,640,310	1,804,655	1,939,457
2	インド	1,095,460	1,135,070	1,208,780
3	ケニア	377,912	369,400	432,400
4	スリランカ	327,500	330,000	340,230
5	トルコ	221,600	225,000	212,400
6	ベトナム	206,600	216,900	214,300
7	インドネシア	150,200	143,400	148,100
8	イラン	103,890	158,000	160,000
9	アルゼンチン	92,892	82,813	105,000
10	日本	82,100	85,900	84,800

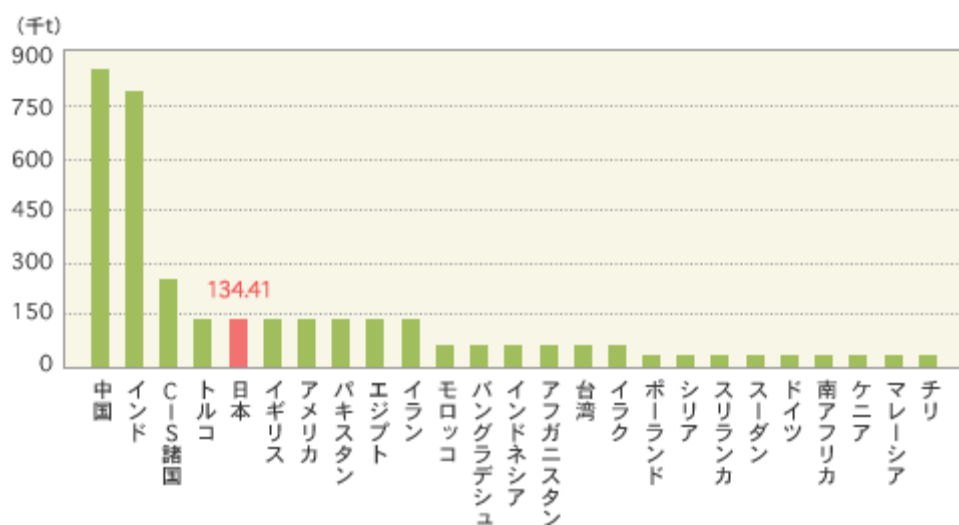
※表中の緑のデータバーは、生産量の大小を示す。

⁷ 平成 26 年度茶学総合研究センター実績報告書（4）茶の高付加価値化とマーケティング

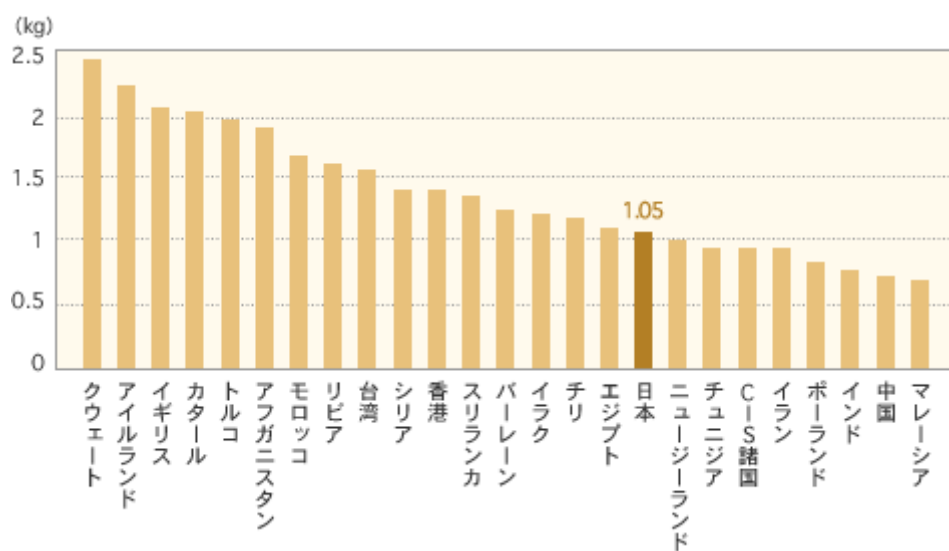
⁸ FAOSTAT (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>) より、みずほ情報総研作成

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況



図表 1-7 国別茶の消費量（上位 25 か国）⁹



図表 1-8 国別茶の一人あたり消費量（上位 25 か国）

⁹ 市川園 HP (<http://museum.ichikawaen.co.jp/knowledge/oversea.php>)

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況

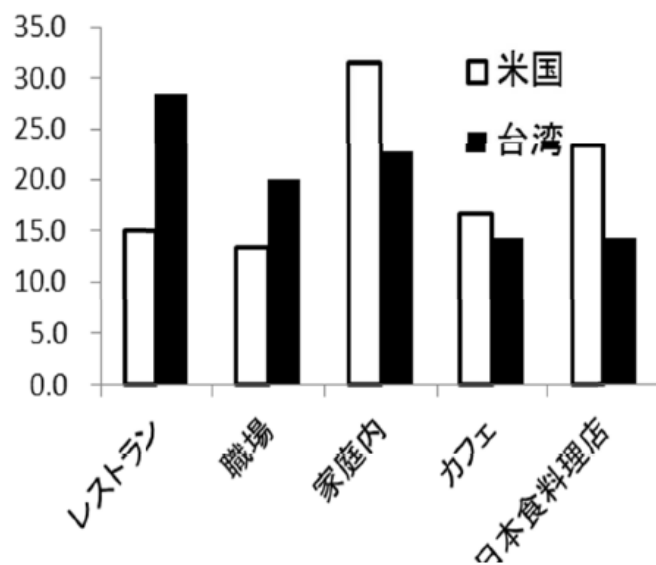
図表 1-9 米国における緑茶輸入実績（2011 年）¹⁰

国名	数量	数量 シェア	金額	金額 シェア	単価
	トン	%	千 USD	%	USD/kg
①中国	13,570	69.8	44,330	39	3.27
②日本	1,419	7.3	31,164	27	21.96
③カナダ	337	1.7	10,524	9	31.23
④ドイツ	701	3.6	4,629	4	6.60
⑤インド	606	3.1	3,512	3	5.80
⑥モロッコ	158	0.8	3,350	3	21.20
⑦スリランカ	356	1.8	2,851	3	8.01
⑧台湾	327	1.7	2,536	2	7.76
⑨イギリス	119	0.6	1,297	1	10.90
⑩フランス	21	0.1	666	1	31.72
その他	1,820	9.4	9,064	8	4.98
計	19,434	-	113,924	-	5.86

¹⁰ 農林水産省（2014）茶の輸出戦略（参考資料）

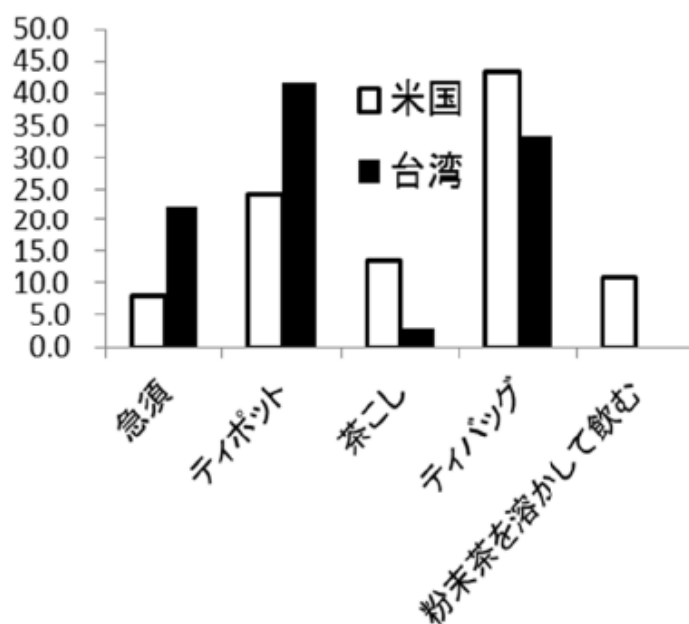
1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況



図表 1-10 日本茶を主に飲用している場所の比率⁷

※調査数：米国 60、台湾 35

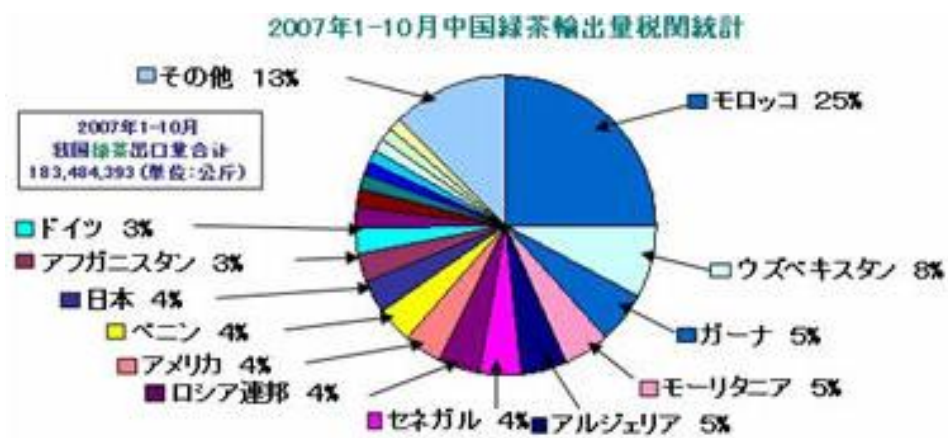


図表 1-11 日本茶の主要な飲用方法の比率⁷

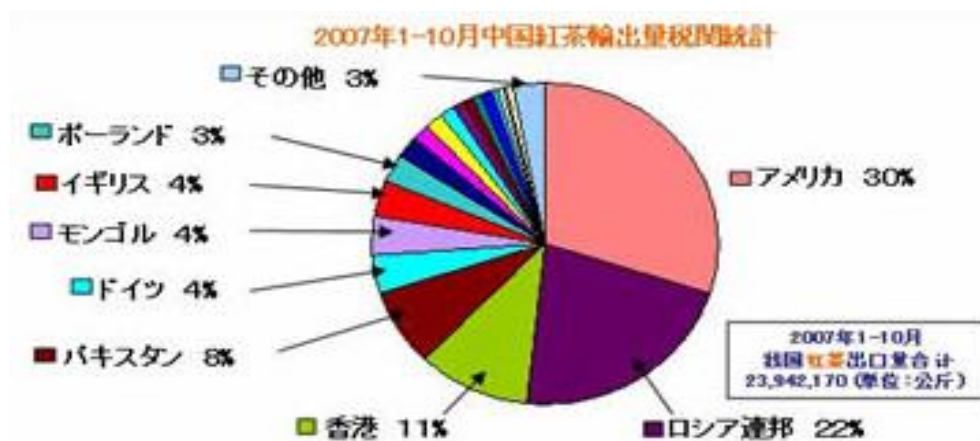
※調査数：米国 37、台湾 36

1 茶の基礎情報

1.1 国内外における日本茶の生産状況



図表 1-12 中国の国別輸出量（緑茶）¹¹



図表 1-13 中国の国別輸出量（紅茶）¹¹

¹¹ 日本中国茶協会 HP(http://chinatea.org/sanchi_seisan.html)

1 茶の基礎情報

1.2 日本茶の分類

1.2. 日本茶の分類

日本茶は、製造方法、産地、品種、製造の時期・季節等の観点から分類される（図表 1-14）。

図表 1-14 日本茶の分類

分類方法	概要
①製造方法による分類	主に以下 3 つに大別される ✓ 不発酵茶（緑茶） ✓ 半発酵茶（ウーロン茶） ✓ 発酵茶（紅茶）
②産地による分類	産地ごとに分類される。 （静岡茶、鹿児島茶、伊勢茶等）
③品種による分類	現在、農林水産省「農林認定品種データベース ¹² 」には、57 品種が登録されている ✓ やぶきた（日本の栽培面積の約 75%を占める代表品種） ✓ ゆたかみどり（やぶきたに次いで栽培面積が多い煎茶用品種） ✓ おくみどり（鹿児島、京都を中心に九州・近畿地方で主に栽培される煎茶用品種） ✓ さみどり（碾茶・玉露用品種。京都の奨励品種）等
④製造の時期・季節による分類	摘み取った時期（茶期）により分類される。静岡県の場合は以下。 ✓ 一番茶（4 月中旬～5 月中旬） ✓ 二番茶（6 月中旬～7 月中旬） ✓ 三番茶（7 月下旬～8 月上旬） ✓ 四番茶・秋冬番茶（9 月下旬～10 月上旬）

① 製造方法による分類

- ・ 発酵方法の違いによって、緑茶等の不発酵茶、ウーロン茶等の半発酵茶、紅茶等の発酵茶の 3 つに大別される（図表 1-15）。
- ・ 生産・加工方法の違いの観点からは、図表 1-16 に示すように分類される。

図表 1-15 発酵方法の違いによる茶の分類¹³

発酵方法	例	概要
不発酵茶	緑茶	✓ 製造の第一工程で加熱により茶葉中の酸化酵素の活性を止めるのが特徴。 ✓ 加熱方法としては、日本独特の蒸気で蒸す方法や九州地方の一部や中国で用いられている釜炒りの方法がある。 ✓ 発酵が行われないため、茶葉の緑色がよく保存され緑茶と呼ばれる。
発酵茶	紅茶	✓ 酸化酵素の活性を十分利用して製造したもの。 ✓ お茶を揉む前に、葉をしおれさせ後に湿度の高い部屋で十分に発酵させるため茶葉タンニンの酸化重合の結果、黒褐色となり、紅茶と呼ばれる。
半発酵茶	ウーロン茶等	✓ お茶を揉む前に葉をしおれさせる工程はあるものの、途中、釜などで炒り酸化酵素の活性を止めている。

¹² <http://www.agropedia.affrc.go.jp/agriknowledge/hinshu>

¹³ （財）静岡県茶業研究所（<http://shizuoka-cha.com/>）もとに、みずほ情報総研が一部加工。

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の W F P 等算定・活用事例の収集

1 茶の基礎情報

1.2 日本茶の分類

図表 1-16 茶の名称・定義¹⁴

名称	定義
煎茶	茶葉（自然光下で栽培し、摘採した茶葉）を蒸熱、揉捻、乾燥して製造したもの
深蒸し煎茶	煎茶と同様な製造であるが、茶葉の蒸し時間を煎茶の 2 倍以上の時間で製造したもの
玉露	一番茶の新芽が伸び出した頃からよしず棚などに藁や寒冷紗などで茶園を 20 日前後覆い、ほぼ完全に日光を遮った茶園（「覆下園」）から摘採した茶葉を煎茶と同様に製造したもの
かぶせ茶	摘採前 7 日前後に藁や寒冷紗などで覆った茶園から摘採した茶葉を煎茶と同様に製造したもの
番茶又は川柳	新芽が伸びて硬くなった茶葉や古葉、茎などを原料として製造したもの及び 茶期（一番茶、二番茶、三番茶など）との間に摘採した茶葉を製造したもの
玉緑茶（グリ茶）又は釜炒り茶	煎茶と同様な製造であるが、揉捻の工程のうち精揉工程を省略して製造したもの。（グリ茶ともいう。）釜炒り茶は、製造工程で茶葉を蒸熱に代えて炒って製造したもの
粉 茶	荒茶の仕上げ工程でふるい分けされた粉末状の茶で、20 号篩下、60 号篩上のもの。荒粉、切断された葉を含む。
芽 茶	煎茶や玉露の仕上げ加工の工程で篩分けされた芽先のもの
茎茶又は棒茶	荒茶の仕上げ工程において、木茎分離機などで選別された茶の茎や葉柄、又は荒茶の仕上げ工程で篩分けられた赤茎を言う。
ほうじ茶	煎茶や番茶などを強い火で焙って製造したもの
玄米茶	煎茶や番茶に焙った米を加えたものの米の割合は、製品全体の重量の 50% 以内とする
抹 茶	覆下栽培した茶葉を揉まずに乾燥した茶葉（碾茶）を茶臼で挽いて微粉状に製造したもの
粉末茶	茶を粉末にしたもの。ティーバッグ又はそのまま飲用する他、食品加工用の原料になるもの
抹茶入り玄米茶	玄米茶に抹茶を加えたもの
○○(入り)××茶	××茶（主原料）に○○（従原材料）を加えたもの（入り）は、省略して可。
固形茶	粉茶に水を加えて固めたもの
インスタントティー	緑茶から水溶性固形成分を抽出し、これを濃縮、乾燥し、粉末状又は粒状にしたもの

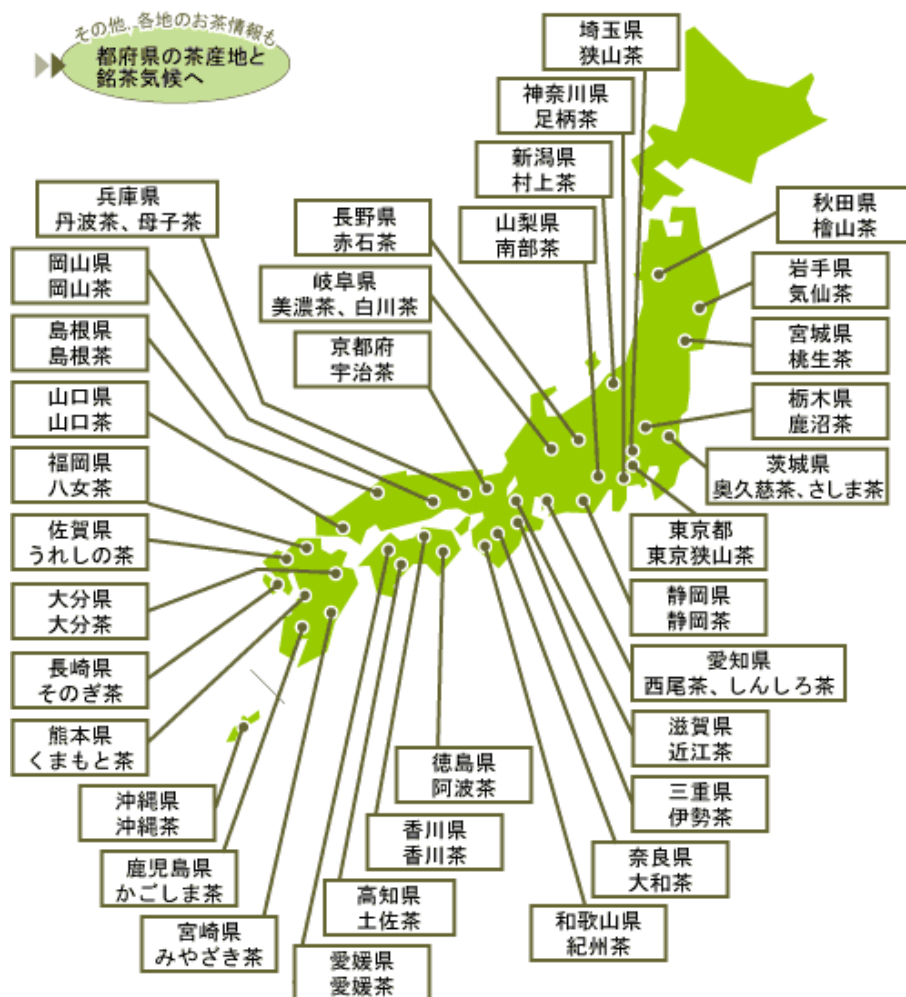
¹⁴公益社団法人日本茶業中央会「緑茶の表示基準」

1 茶の基礎情報

1.2 日本茶の分類

② 産地による分類

- ・ 日本の主な茶産地を図表 1-17 に、都道府県別摘採面積および荒茶生産量を図表 1-18 ～図表 1-20 に示す。
- ・ 荒茶生産量及び摘採面積ともに、静岡県が全国の 40%以上を占める。
 - 主に煎茶（蒸し製法）を生産している。県内産地は、当部、静岡、藤枝、磐田、浜松の 5 つに分類される。
- ・ 鹿児島県は、静岡に次ぐ茶産地であり、年間摘採回数は 3 回（一部では 4 回）と 10a あたりの荒茶生産量では全国で最も多い¹⁵。
 - 平坦な茶園が多いことから機械化が進んでおり、常用型摘採機導入面積率は 86%（全国は 40%、平成 19 年度実績）である¹⁶。



図表 1-17 日本の主な茶産地と銘柄¹⁷

¹⁵ 茶大百科 1 巻，日本の茶産地

¹⁶ （社）鹿児島県茶生産協会（<http://www.kagoshima-cha.or.jp/about/aspect.shtml>）

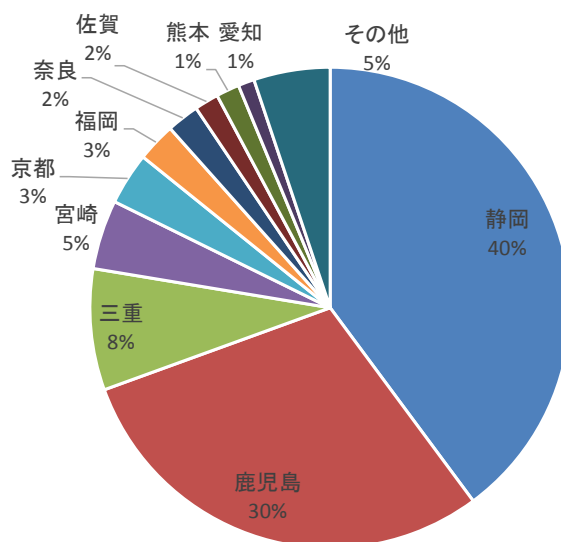
¹⁷ 全国茶生産団体連合会・全国茶主産府県農協連連絡協議会

1 茶の基礎情報

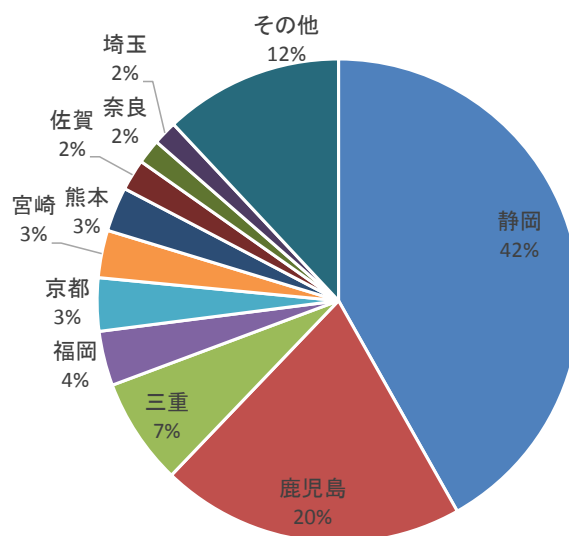
1.2 日本茶の分類

図表 1-18 平成 26 度における都道府県別荒茶生産量及び栽培面積

順位	都道府県	荒茶生産量 (t)	摘採面積 (ha)
1	静岡	33,100	16,600
2	鹿児島	24,600	8,080
3	三重	6,770	2,840
4	宮崎	3,870	1,260
5	京都	2,920	1,410
6	福岡	2,170	1,450
7	奈良	1,810	653
8	佐賀	1,350	830
9	熊本	1,300	1,180
10	愛知	908	499
—	その他	4,268	4,756
全国合計		83,066	39,558



図表 1-19 平成 26 年度における荒茶生産量上位 10 県



図表 1-20 平成 26 年度における茶摘採面積上位 10 県

1 茶の基礎情報

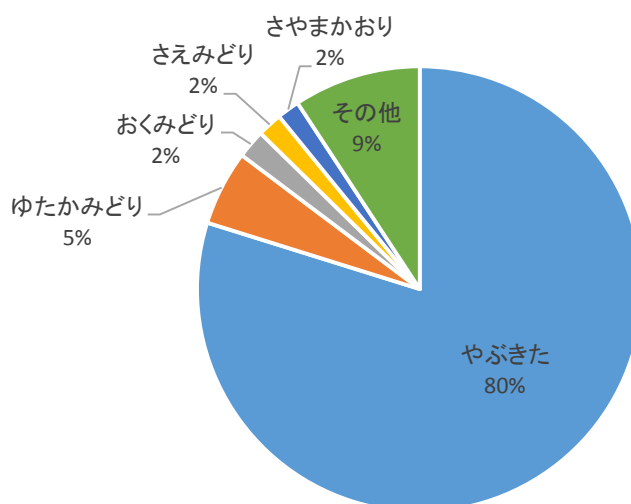
1.2 日本茶の分類

③ 品種による分類

- ・ 品種別の栽培面積上位 5 品種を図表 1-21、図表 1-22 に示す。
 - 全国の栽培面積の約 8 割を「やぶきた」が占め、次いで「ゆたかみどり」「おくみどり」の順に栽培面積が多い。

図表 1-21 品種別栽培面積（平成 19 年度）¹⁸

順位	品種名	栽培面積(ha)
1	やぶきた	36,505
2	ゆたかみどり	2,488
3	おくみどり	946
4	さえみどり	818
5	さやまかおり	746
その他		4,232
全国合計		45,733



図表 1-22 全国における品種別栽培面積のシェア

◆ やぶきた（茶農林 6 号）¹⁹

- ・ 日本茶の代表品種であり、甘みのある濃厚な滋味と優雅な香気が特徴といわれる。
 - 一方、耐病性、特に炭疽病や輪斑病および網もち病には弱く、適切な防除が必要な品種と言われる。
- ・ 1945 年に静岡県の奨励品種に選定され、1953 年には農林省登録品種に指定されている。栽培面積の 50%以上が静岡県で栽培され、次いで鹿児島県、三重県での栽培面積が多い。

¹⁸ 農林水産省（2007）平成 19 年産特産農作物生産実績

¹⁹ 伊藤園 HP

(http://www.ocha.tv/how_tea_is_made/plants_and_breeds/plants_and_breeds_japanesetea/)

◆ ゆたかみどり

- ・ 「やぶきた」よりも 5 日早生。やぶきたに次いで 2 番目に栽培面積が大きい品種である。
- ・ 被覆栽培の新芽を深蒸しで製造することが多く濃厚な水色と味が特徴で、生産量の約 95%は鹿児島県で生産されている²⁰。

◆ おくみどり

- ・ 「やぶきた」より、8 日晩生。濃緑色の色沢で、さわやかですっきりした香味のくせないのが特徴。
- ・ 寒暖の差が大きい地域では裂傷型凍害に注意が必要と言われる¹⁹。主な生産地は鹿児島県、京都府、宮崎県。

◆ さえみどり

- ・ 旨味が強く、渋味が少ない高品質の早生品種。幼木期はやや弱いので、定植には充実した苗を用い乾燥、寒害等に十分注意する必要がある。
- ・ 鹿児島県を中心に栽培され、近年栽培面積が拡大傾向にある²¹。

◆ さやまかおり

- ・ 濃厚な香気が特徴で、カテキン含量の多い品種。埼玉県茶業試験場で育成された。静岡県、埼玉県で主に栽培されている。

²⁰ 市川園 HP (<http://museum.ichikawaen.co.jp/knowledge/variety.php>)

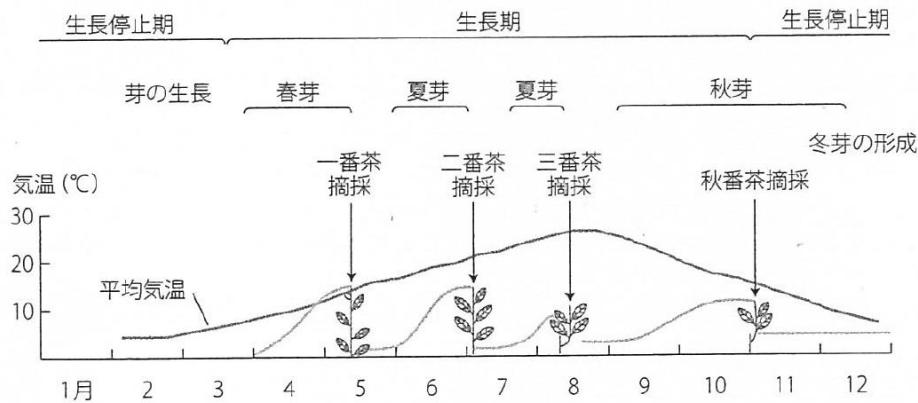
²¹ 野菜茶業研究所(2006)野菜茶業研究所が育成した注目の茶品種

1 茶の基礎情報

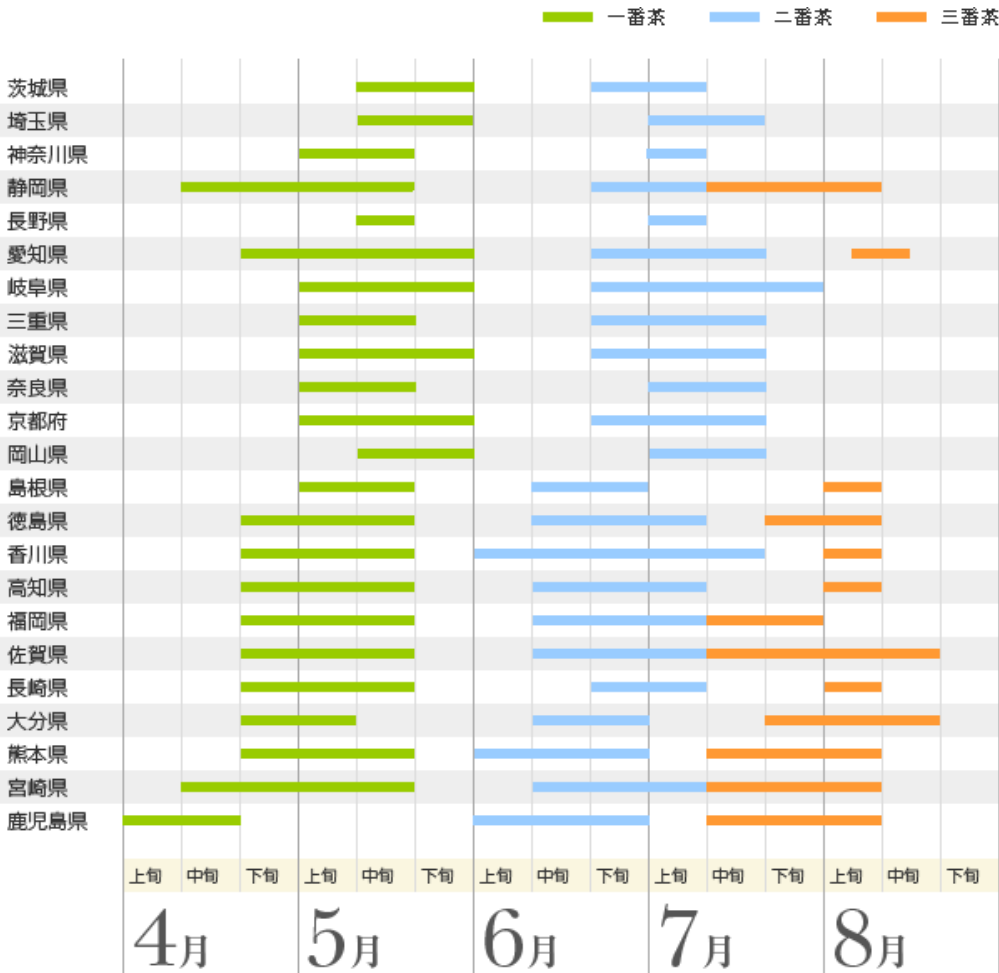
1.2 日本茶の分類

④ 製造の時期・季節による分類

- 茶の摘み取り時期を「茶期」という。摘採樹の生長周期を図表 1-23 に、地域別平均茶期を図表 1-24 に示す。



図表 1-23 摘採樹の生長周期²²



図表 1-24 地域別平均茶期²³

²² 茶大百科 2 巻, 生育と生理・生態

²³ (株) 静岡県茶通信直販センターHP (https://www.cha-tsuhan.co.jp/user_data/column06.php)

1.3. 茶園管理の概要

1.3.1. 定植から摘採まで

- ・ 茶樹の繁殖は、挿し木によって行う。定植から茶葉が摘採可能となるまでには 6～8 年要するといわれており、安定した品質や収穫量を得るためには、定植後 5 年が必要とされている。
- ・ 茶樹は、毎年 2～3 回の新芽摘採や数年ごとの更新処理を行いつつ、通常は 30～40 年間経済的な栽培を実施可能である。また、適切な栽培を実施していれば、これ以上の栽培も可能である²⁴。
- ・ 国内における茶樹の樹齢別の茶園面積をみると、樹齢 30 年以上の茶園が全国の 30%以上で最も多い。
- ・ 老園化した茶園においては、根系の老化、土壌の保肥力・保水力の低下により品質・収量低下が懸念されており、茶園の若返りによる品質・生産力の向上が期待されている。

²⁴ 茶大百科 2 巻，生育と整理・生態

1 茶の基礎情報

1.3 茶園管理の概要



図表 1-25 茶園の一年間の主な管理²⁵

²⁵ 伊藤園 HP (http://ocha.tv/how_tea_is_made/cultivation/yearly_schedule/)

1.3.2. 茶園管理の技術

(1) 寒害対策

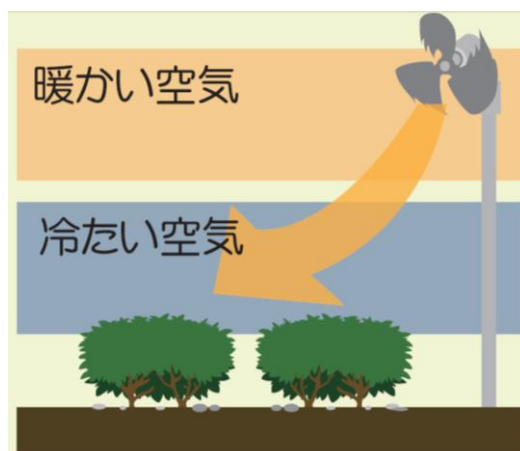
- ・ 低温や寒風によって茶樹に発生する障害のことを「寒害」という。
- ・ 茶樹は、気温が $-10\sim 13^{\circ}\text{C}$ で茶葉が褐変し、 -15°C 以下になると葉や枝が枯死する。寒害の減収率を図表 1-26 に、寒害対策技術を以降に示す。

図表 1-26 寒害の減収率推定 (%) ²⁶

被害程度	一番茶	二番茶	三番茶	症状
落葉	5～30	0～10	0～5	落葉したもの
葉枯れ	5～30	0～15	0～10	葉の一部または全部が枯れたもの
枝先枯れ	8～40	0～20	0～15	樹幹面に近い小枝が枯れたもの
枝枯れ	100	100	30～50	枝内の小枝まで枯れたもの
株枯れ	100	100	40～60	地上部のみ枯死
枯死	100	100	100	地下部まで枯死

① 防霜ファン

- ・ 防霜ファンとは、霜が降りるときに発生する気温の逆転現象に着目した技術であり、地上の暖かい空気を下方向（茶樹付近）に送風することに着目した方法である（図表 1-27）。
- ・ 行政指導により普及が進み、最もコストが低く安全性が高いとされている。



図表 1-27 防霜ファンによる凍結防止のイメージ²⁷

② 散水氷結法

- ・ ドイツで考案された防霜対策技術であり、気温が低下して凍霜害を受ける様なときにスプリンクラーで散水し、茶に付着した水分が凍って潜熱を放出することを利用して新芽を零度に保つ方法である。

²⁶ 木村政美（2006）茶園管理 12 カ月

²⁷ 農研機構野菜茶業研究所（2014）茶における防霜ファンの気温差制御技術について

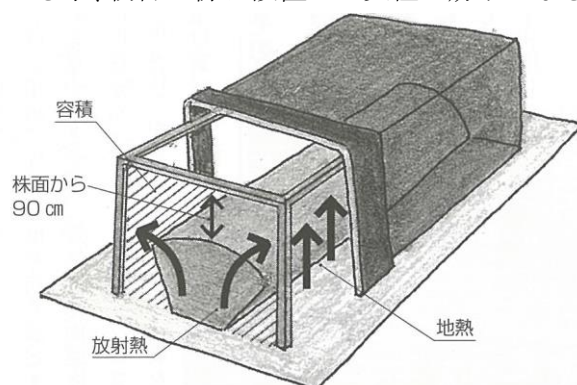
1 茶の基礎情報

1.3 茶園管理の概要

- ・ 重ねて凍結させることで効果が表れるため、保温効果を出すには 3mm/h の散水が必要となる。
 - 日の出後の気温が 5℃上昇して、葉の表面に付着した氷が滑り落ちるまで散水を続けるために、1時間あたり 3~4t/10a の水を要するため、水源の確保と経済的負担がデメリットである。
- ・ 基本的には、鹿児島県等を中心に導入されている技術である。

③ 棚掛け被覆

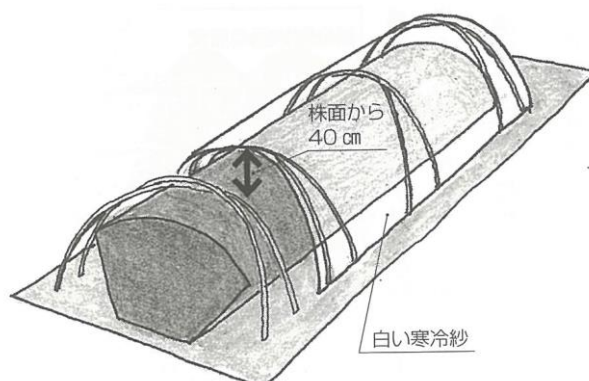
- ・ 被覆法は、茶株を被覆して茶株面や地面からの放射熱を吸収し、逆放射して芽の温度が低下するのを防ぐ方法である。
- ・ 茶株の周りに高さ 2m 程度の被覆架台を設置し、保温性の高い黒い資材（黒または灰色の光線透過率 40%以下のもの、塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ビニロン等の素材の寒冷紗シート）で被覆する。
- ・ 労力とコストがかかる事、防除の際に設置した支柱が妨げとなるため、普及率は低い。



図表 1-28 棚掛け被覆の様子

④ トンネル被覆

- ・ 簡易な被覆法として、支柱を株面から 40 cmの高に弧状に立てて、光線透過率 80%程度の白の寒冷紗シートで被覆する方法である。
- ・ 保温効果は③の棚掛け被覆よりも低く、強い霜害を受ける地域には適していない。



図表 1-29 トンネル被覆

1 茶の基礎情報

1.3 茶園管理の概要

(2) 干害対策

- ・ 気温が上昇して雨量が少ない真夏の季節に被害が懸念される。
 - 茶の生育温度は 20~28℃であるため、気温 30℃以上となると生育が抑制される。
- ・ 茶園では三番茶を摘採すると翌年の芽数が増えるため、次の一番茶の収量が増加する。しかし、干害が発生しやすい時期は、この三番茶の摘採時期と重なるために、干害被害を受けると翌年の一番茶の収量に影響を及ぼす恐れがある。

① 灌水対策

- ・ 干ばつ被害が多発する地域では、スプリンクラーや灌水パイプ他を設置している茶園もある。
 - 灌水する場合、水量は 20t/10a/回 (20mm/回) 必要で、朝または夕方に実施する。
- ・ 同量の水を数回に分けて灌水する方法もあり (間断灌漑)、この場合は 4t/10a/回を 4~5 日間で実施する。

② 土壌水分の蒸発防止対策

- ・ 土壌からの自然蒸発を防止する目的で、敷き草等によりマルチを行う。
 - 茶園の若返りを目的として数年に一度実施される「更新」作業時に刈り取られた茶葉や枝が、そのままマルチの役割も果たす。
 - また、静岡県で実施される「茶草場農法」は、秋から冬にかけて茶園周辺にある「茶草場²⁸」から刈り取ったススキやササを、茶園の畝間に敷く伝統的農法がある。



図表 1-30 茶草場農法の様子²⁹

²⁸ 「茶草場」とは、茶園周辺にモザイク状に分布する半自然草地を示している。

²⁹ 掛川商工会議所 HP (<http://kakegawa-kankou.com/chagusaba/about/index.html>)

2. 国内事業者へのヒアリング

2.1. ヒアリングの目的

国内茶製品業者に対して、茶生産における品質向上・環境対策等の“こだわりの取組”の概要、WFP の活用方法に関する意見を聞くため、国内の製茶メーカー及び飲料メーカーにヒアリングを実施した。

2.2. 製茶メーカーへのヒアリング結果

(1) 荒茶工場における水の使用状況について

- ・ 直接的に使用する水は、蒸し機で充てる蒸気として、生葉 1 kg あたり 120ml である。
 - 蒸し時間は、120 秒程度である。摘採時期によって生葉の水分が異なるため、蒸し時間等を微調整するが、そこまで大きな違いはない。最終的には、含有水分 5%程度で出荷する。
- ・ 蒸し機の稼働日数は、一番茶で 30 日、二番茶で 25 日、三番茶で 7~14 日、秋冬番茶で 30 日程度である。この期間、蒸し機は毎日水で洗う。
- ・ 当該製茶メーカーの荒茶工場自体の稼働日数は、1 年あたり 100 日程度である。これは、摘採時期の異なる様々な地域の農園から搬入された生葉を加工するためである。
 - 一般的に、共同荒茶工場等の稼働日数は 1 年あたり 40 日程度である。設備投資の半分は国の補助金を利用。残り半分は自らの生産によって賄い、約 7 年で償却する。(個人で荒茶工場を持つ茶農家でも、約 1 億円規模の施設を有している。)
- ・ 荒茶工場の設備規模としては、小規模なもので 1 台あたり 60 kg(1 回に生葉を揉める量)、大規模なもので 1 台あたり 200~240 kg(1 回に生葉を揉める量)である。
 - その後の揉捻、中揉、精揉工程を経て乾燥し、荒茶になるまで約 2 時間 30 分程度を要する。
 - 今回ヒアリングを実施した製茶メーカーは、後者を 4 台保有している。

(2) 茶畑（農園における水・エネルギーの使用実態について）

- ・ JGAP³⁰および Global GAP の認定を受けている。
 - Global GAP への対応として、契約農家には、農薬散布量、灌水量、液肥使用量等について、1 年のトータルでの使用量を、茶園面積とともに提出いただいている。
 - また、防霜ファンの電気料についてもデータをとっている。
- ・ 荒茶工場では、重油、LP ガス、電気料金、使用水量については、その使用量のデータをとっている。
 - その他の茶園においても、基本的に使用量のデータはとっているものと考えられる。

(3) Global GAP や JGAP を導入した経緯・問題意識

- ・ 現在は、契約農家のうち約 100 件が GAP にもとづく管理を導入している。
 - GAP 制度を導入するメリットとしては、GAP を導入している茶農家の方が品質管理の点で信頼できるという点がある。例えば、農薬の用量・用法をしっかりと守るという意識が高い。
 - もう一つのメリットとしては、生産者同志のネットワークが強固なものとなる点である。互いに情報共有が進んでいるため、製茶メーカーからの問い合わせに対して、迅速に対応いただける。
 - これらのネットワークを通じて、新たな品種や作業工程の検討等につなげていけると考えている。

(4) Global GAP や JGAP の活用方法

- ・ Global GAP では、一般消費者に販売する際にラベリングできない。
 - ただし、JGAP では（仕上茶までの認証を取得していれば）その規制がないこと、環境保全や食品安全の向上を目的としていることから、「生産者限定・特別シリーズ」として、一部商品を販売している。
- ・ この商品は、主に首都圏の消費者からの需要がある。「顔が見える野菜」と同じ感覚であろう。地元の消費者は、知り合いの茶生産者から直接購入する等している人が多いと思われるため、このシリーズの需要は少ない。

(5) 品質を高めるための工夫

- ・ これまでは、生葉の品質は鑑定士が判定していたが、自動判定機(近赤外分光分析機)を導入することにより、10 段階評価を定量的に生産者に示すことができるようになった。これによって、生産者が評価に対して安心・納得する一つの基準となった。近年

³⁰ GAP とは、農業生産工程管理（GAP：Good Agricultural Practice）を示し、農業生産活動を行う上で必要な関係法令等の内容に則して定められる点検項目に沿って、農業生産活動の各工程の正確な実施、記録、点検及び評価を行うことによる持続的な改善活動のこと。JGAP は、農場や JA 等の生産者団体が活用する農場・団体管理の基準、認証制度を示す。

では、おおむね 3～5 等級に収まるようになってきた。(品質が安定化した。)

- 自動判定機では、窒素含有量、アミノ酸含量、タンニン、繊維、水分等を測定可能で、ほとんどの荒茶工場は導入している。
- ・ 施肥に関して、以前は堆肥を製茶メーカーから契約農家に配布していたが、茶農家の高齢化が進み、堆肥をまく労力が不足していること、機械化できないことなどから、現在配布はしていない。
- ・ 高齢化がすすみ、労力不足から、夏場の施肥を辞めてしまう茶園もある。なお、茶園では現在も一部は堆肥を使用している。
 - 高齢化に伴う労力不足の対策として、一番茶の収穫前に 8 月下旬まで効果が持続する緩効性肥料を用いて、夏場の施肥を省力する農家も近年は増えてきた。
- ・ 品質向上の取組として、技術指導のほか、資材等は会社で準備して貸出する等を行っている。また、防除のタイミングや、農薬を共同購入することで、廉価で契約農家が利用できる工夫等を行っている。
 - 肥料や農薬では、地域ごとに農協が異なる。撒きやすさ、土質、各地域の栽培サイクル等で肥料の種類が異なる。
- ・ 技術指導については、会員の茶農家を回って生育調査を実施し、年 1 回の勉強会を開催している。
 - 剪定方法によって味に違いが出ることがある。茶樹の育て方には、大きく分けて芽重型と芽数型があり、芽重型は品質が良くなるが栽培が難しい。(芽重型は、一本の茶樹にできる新芽の数を減らし、一つ一つの芽を大切に育てるために、芽が上に向かって伸びやすい。)
- ・ 自社契約農家の茶園共進会では、品質や茶園面積の増加率等の観点から審査が実施され、賞金も出している。

(6) 有機栽培等、環境配慮にこだわった農法について

- ・ 有機栽培は、管理にかかる労力が大きい割に収量が小さいこと等もあり、扱っていない。
 - 肥料を使用したほうが収量も確保でき、美味しいという印象である。そのため、収量も少なく品質も低下することから価格に反映できない有機栽培については、メリットが見いだせない。

(7) 日本茶製品のマーケット動向についてのご意見

- ・ 海外向け商品が今後伸びるのでないか。日本では売れなくなっている傾向があるので、アメリカ等の海外への輸出が今後増えるのでないかと考えている。
 - この際留意すべき点としては、残留農薬の基準が大きく異なる点である。アメリカや欧州等では茶を生産していないことから、他の作物の基準が適用される等、基準が非常に厳しい。

第Ⅰ部 茶生産に係る基礎情報および国内外のWFP等算定・活用事例の収集

2 国内事業者へのヒアリング

2.2 製茶メーカーへのヒアリング結果

- そのため、海外に輸出しているような日本茶は、有機栽培による緑茶が、業界としては多いのではないかと。
- ・ 輸出をふまえた農薬の使用方法について、現在自社茶園で試験栽培中である。茶園で技術が確立できれば、契約農家に対して普及することを考えている。
 - 以前は価格面で、海外への輸出は障壁があったが、技術が向上したことや、現在は円安であること等が輸出の追い風となっている。
 - 会長の信条として、「安くても不味いものは売らない」としている。

2.3. 飲料メーカーへのヒアリング結果

(1) ペットボトルの節水技術の取組を始めた経緯・問題意識

- ・ 強度を維持したままペットボトル容器を軽量化できないかという点である。
 - 従来は、薬剤を用いて消毒していたが、消毒しきれないキャップ部分は熱消毒を行っていた。
 - 熱消毒をすることでボトリングする茶の品質が低下することもあり、品質確保の観点から、熱を使わず、かつ省資材で軽量化可能な技術を導入した。

(2) 茶殻のリサイクルに係る取組を始めた経緯・問題意識

- ・ 茶殻の大部分が産業廃棄物として処理されていたが、茶殻に含まれるカテキンの抗菌性・消臭効果に期待し、これを有価物にできないかという観点から検討が始まった。
- ・ 今後の方向性としては、廃棄物でなくリサイクルに回す割合を徐々に増加させていく予定である。
- ・ 茶飲料の製造時に発生する茶殻は相当量の含水量があることから、茶殻を乾燥させ、運搬するコストとエネルギーを考えると、有価物にして 10 円でも売れる方が良い。
 - 産業廃棄物として処理すると、1t あたり 5,000 円のコストがかかる。
- ・ 現在、紙製品（ペーパーナフキン、段ボール等）や繊維製品（バスタオル等）を中心にリサイクルされているが、プラスチックとして自動販売機の筐体に使用することで、これまで自動販売機が景観になじまないとされていた寺社仏閣でも自動販売機の設置が進んだ。
- ・ そのため、まずは廃棄物処理に係る省エネルギーを第一の目的としつつ、茶殻に含まれるカテキンの抗菌性を生かした試料として再利用できないかという観点で取り組んだものである。



図表 2-1 茶殻リサイクルシステムにより開発されたリサイクル製品の例

(3) 茶産地育成事業について

- ・ 茶産地育成事業では、農地集約が重要である。そのため、基本的には平坦な圃場が育成事業の対象となる。
 - 例えば九州では、飼料や野菜を栽培しても、価値が出ないような地域があった。(耕作を行ってはいるものの、実態としてはほとんど農地として機能していない土地を示す。)
- ・ また、茶園にとって水管理は重要であり、灌漑設備があらかじめ整備されている点も重要である。
 - 例えば、大分県のタバコの廃作跡地では灌漑設備が整っている他、一部では点滴施肥が可能である等条件が整っている。
- ・ 海外ではオーストラリアにも展開している。
 - オーストラリアの茶園で収穫した茶葉は、ほとんどを日本国内で消費する。
 - 一部をオーストラリア国内と、アメリカへの輸出用に使用しているが、アメリカへは、まだ現地でボトリングする程の需要もないため、国内で製造したペットボトル飲料の状態で輸出している。
 - なお、オーストラリアでは灌水による塩分集積等の被害は出ていない。

(4) 品質を高めるための工夫

- ・ 茶飲料にとっては、味と香りのバランスが重要であり、摘採する芽の熟度管理が重要である。そのため、環境面よりも効率的な施肥をすることの方が優先される。
 - まだ自社では実用化はしていないが、土壌をセンシングして窒素成分の含有量を測定し、茶園の中でも場所ごとに施肥管理を行うなどの技術を開発している。

(5) カーボンや水等の環境影響を製品表示することについてのご意見

- ・ 現時点で、商流の末端である消費者から、環境影響表示に係るニーズはない。
 - カーボンフットプリントの取組が始まった時期に、一時的にエネルギー量等のデータを整備はしたが、製造工場の規模も大小様々あることから、現在は個々に基礎データの蓄積は行っていない。
 - 緑茶製品を生産するにあたって、ライフサイクルごとにデータを取得するほどの必要性がないと認識している。
 - また、ペットボトル飲料やリーフ等、製品形態の違いによって、どの程度環境影響が異なるかという点を定量評価した経験はない。
 - 環境影響が小さい茶園があったとしても、やはり基本的には品質が良い茶を購入するため、排出する CO2 が小さいことを第一の理由に契約することはない。
- ・ 研究ベースでは、県の研究所等と共同して、茶園あたりにどの程度の CO2 固定効果があるか等を研究している。
 - 30 年で 1ha あたり 92t 蓄積可能との結果も出ている。この研究によって蓄積され

た知見は、将来的に必要となった際に活用して対応する方針である。

- ・ 社会的評価という意味では、環境影響を評価する意義を理解しているが、実際のところ茶は環境負荷が大きい作物であると認識している。
 - 茶園から発生する N2O 等は温室効果を有しており、荒茶工場でも基本的には生茶を乾燥させるために水分を飛ばすエネルギーを使用する。
 - このような実態を定量評価し、WFP 等の表示をつけることで、むしろ環境に悪いという負のイメージがつくことを懸念している。
- ・ 茶園では、点滴灌漑等の導入によって、どの程度灌水で用いる水量を節約できるかという取組も実施しているが、消費者から「結局は環境に悪いのではないか」と指摘されたときに、どのように対応するのかが、まだわからない。

(6) 日本茶製品のマーケット動向についてのご意見

- ・ 粉末茶やティーパック等の業務用茶の需要が増えるのではないか。手軽に作って、手軽にごみ処理できるという点が魅力であろう。
 - また、昔に比べて格段に茶葉の品質と加工技術が向上したことからも、農家もリーフでの販売でなく、加工した茶製品に茶葉を使用することに対して納得するようになった。
- ・ 海外の消費者が日本茶に期待していることとしては、安心・安全であること、健康的であること（甘くないゼロカロリー飲料）等であり、「ジャパン・ブランド」として和食の一部と捉えられているのではないか。
- ・ 欧州地域ではまだ製品を販売していないが、東南アジアではシンガポールを中心に販売網を確立しようとしている。工場はインドネシアに設置し、駐在事務所はベトナムに置くなどを想定している。
 - なお、日本と海外の工場で、生産・加工方法による大きな違いはない。

3. 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集

茶の WFP 評価にあたり、WFP 評価に係る先行事例を収集・整理した。

なお、海外の事例を収集するに当たっては、茶に関する WFP は算定事例が少ないことが予想されたため、コーヒーを対象品目とした事例も収集対象に含めた。

同時に、WFP の算定事例も事例が少ないことから、カーボンフットプリント（以下、CFP）の算定に係る事例も対象とすることとした。

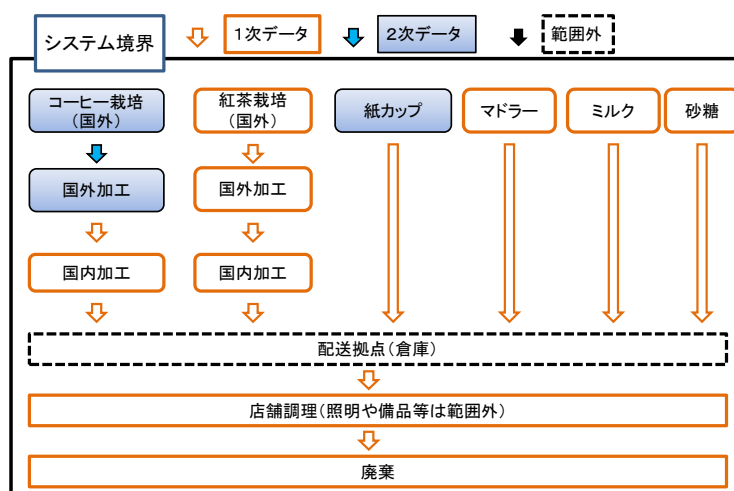
3.1. 事例 1：コーヒーと紅茶を対象とした CFP と WFP の算定事例

図表 3-1 事例 1 の概要

文献名	コーヒーと紅茶を対象としたカーボンフットプリントとウォーターフットプリント
著者	山本裕己、中山卓三、徳武真理子、伊坪徳宏
出典・発表年	第 6 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集，2010
対象国・地域	紅茶：スリランカ、コーヒー：ブラジル
概要	コーヒーと紅茶を対象として、栽培から消費までにおける CFP と WFP の算定を行ったもの。
評価手法	WFP の手法を用いて評価している。 ✓ 水の直接的使用量は、FAOSTAT から得られる国別年間収穫量と、AQUASTAT で得られる国別年間降水量から推定。 ✓ 直接水消費量は、AQUASTAT で得られる蒸発散量と FAO の作物係数から推定。 ✓ 灌漑用水は考慮しない。 ✓ 水の汚染量については、窒素 N の一律排水基準から換算。 ✓ 間接的水使用量及び消費量については、ヒアリングに基づき得られた一次データから、「水使用・消費量データベース」原単位表を用いて換算。

◆ システム境界

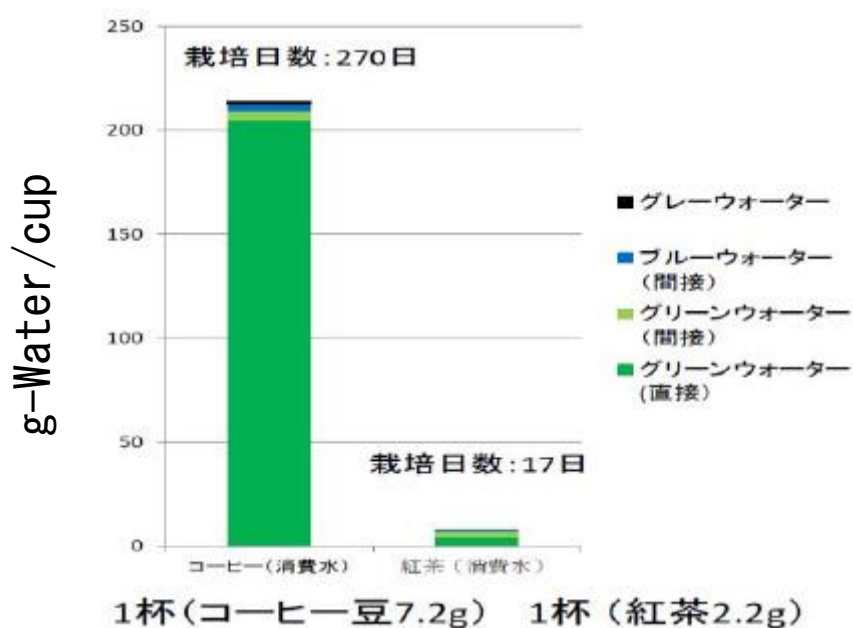
- ・ 評価対象は、ホットコーヒー1杯（180ml）及びティーパックティー1杯（180ml）。附属品として、紙カップ、マドラー、砂糖、ミルクを含む（図表 3-2）。



図表 3-2 事例 1 が想定するシステム境界

◆ 評価結果の概要

- ・ 水の総消費量は一杯あたり、コーヒー231L、紅茶 5L。
- ・ WFN による評価結果との違いについては、WFN が全球平均を求める一方、本調査ではモスバーガーの原料調達先（紅茶：スリランカ、コーヒー：ブラジル）が対象となっている事等を指摘している。
- ・ 各栽培日数は、ヒアリングをもとに設定している。
 - 紅茶の栽培日数は 17 日となっているが、一杯分の茶葉を収穫に必要な栽培日数で換算しているものと考えられる。



図表 3-3 WFP 算定結果

3.2. 事例 2：全球レベルでの茶の WFP 比較の事例

図表 3-4 事例 2 の概要

文献名	The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands
著者	Chapagain et al.
出典・発表年	Ecological Economics Volume 64, Issue 1, 15 October 2007, Pages 109–118
対象国・地域	世界の主要なコーヒー及び紅茶の輸出国
概要	オランダ社会における WFP 算定のため、世界の主要なコーヒーと紅茶の輸出国における WFP を評価、比較したもの。
評価手法	WFN の手法を用いて評価している ✓ 各国のコーヒー及び紅茶の年間必要水量（annual crop water requirements）は、FAO の CROPWAT モデルを用いて推計。 ✓ 国別の気象データについては、各国の首都のデータとなっている。 ✓ 実際にコーヒー及び紅茶が栽培された地域は首都ではなく、またその地域の気象条件は首都とは異なることを認識しているが、全球レベルで栽培地域を特定して気象条件を入手することは困難なことから、首都の気象データを各国の代表値として扱っている。 ✓ 各国の単位面積あたり生産量は、FAOSTAT から引用。

◆ 評価結果の概要

- ・ 本事例においても、「世界の茶生産の 78%が紅茶である」として、紅茶を対象に評価を実施している。
- ・ 評価対象は、ホットコーヒー 1 杯（140ml）及び紅茶 1 杯（125ml）。
- ・ 本事例の算定結果に基づくと、紅茶（Standard cup）で 11.4m³/kg（11.4L/g）である（図表 3-5）。
 - 本事例では、紅茶 1 杯あたり 1.5～3g の茶葉を使用すると想定し、水の総消費量は 34L と算定している。

図表 3-5 WFP 算定結果

		Virtual water content of the dry ingredient (m ³ /kg)	One cup of tea or coffee		
			Dry product content (g/cup)	Real water content (l/cup)	Virtual water content (l/cup)
Coffee	—Standard cup of coffee	20.4	7	0.125	140
	—Weak coffee	20.4	5	0.125	100
	—Strong coffee	20.4	10	0.125	200
	—Instant coffee	39.4	2	0.125	80
Tea	—Standard cup of tea	11.4	3	0.250	34
	—Weak coffee	11.4	1.5	0.250	17

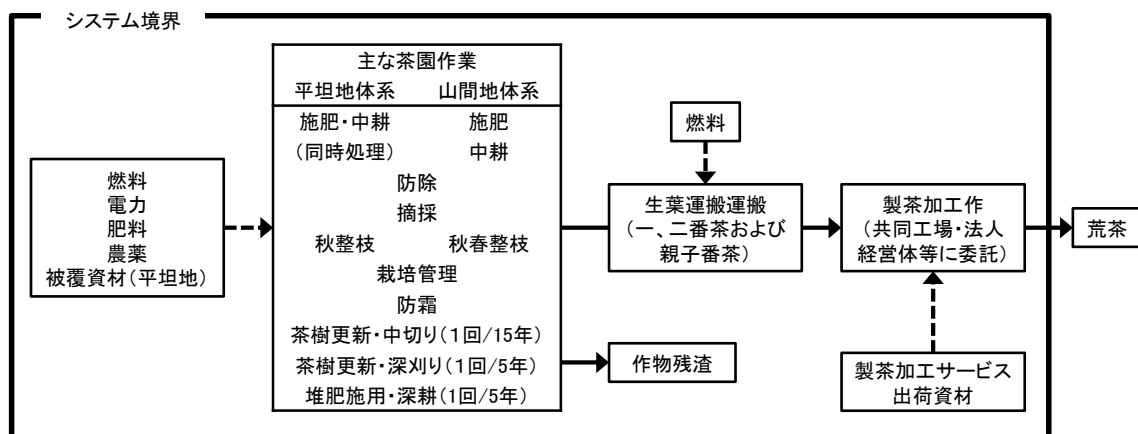
3.3. 事例 3：立地の違う茶園における CFP 比較の事例

図表 3-6 事例 3 の概要

文献名	茶栽培における温室効果ガス排出の LCA 評価
著者	増田清敬、富岡昌雄
出典・発表年	農業経営研究, 2011
対象国・地域	滋賀県
概要	LCA を用いて、茶栽培における温室効果ガス排出を算出し、 <u>省力化と規模拡大が可能な平坦地体系と、立地条件を活かした高品質茶生産が可能な山間地体系を比較</u> したもの。
評価手法	耕地面積 10a あたりでのインベントリデータを整理。既存文献から推計。 ✓ 燃料からの CO₂ 直接排出は、農業環境技術研究所(2003)「LCA 手法を用いた農作物栽培の環境影響評価実施マニュアル」より引用 ✓ 電力からの CO₂ 間接排出は、稲葉敦(2009)カーボンフットプリントーLCA 評価手法で作る、製品別「CO₂ 排出量見える化」のしくみーより引用 ✓ 燃料、肥料、農薬、被覆資材、製茶加工、出荷資材からの CO₂ 間接排出は、南斉・森口(2006)産業連関表による環境負荷原単位データブックーLCA のインベントリデータとしてーより引用。 ✓ 施肥量等は、滋賀県(2002)農業経営ハンドブックー担い手育成のための農業経営指標集ーより引用。

◆ システム境界

- ・ 平坦地における茶園作業体系と、山間地における茶園作業体系を比較している。
- ・ 茶園の更新作業、たい肥施用、深耕作業等に係る資材・エネルギー量は、一年あたりで按分している。



図表 3-7 事例 3 が想定するシステム境界

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集

3 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集

3.3 事例 3：立地の違う茶園における CFP 比較の事例

◆ 評価結果の概要

- ・ 環境影響を比較評価する基準として、荒茶収量 1kg と荒茶粗収入 1 万円とした。
 - 農業分野の LCA では収量を機能単位とする例が多いが、本事例においては、平坦地と山間地の立地条件の違いによる茶の品質および収量への影響を評価することを目的として、荒茶粗収入も機能単位に加えている。
- ・ 評価結果によると、収量あたり CFP は平坦地体系の方が小さいが、収入あたり CFP は山間地体系の方が小さい結果となっている。
- ・ 温室効果ガスの排出源としては、施肥による窒素投入、製茶加工および防霜対策時に係るエネルギー投入の順に重要であることが示されている。

図表 3-8 平坦地体系及び山間地体系によるカーボンフットプリントの評価結果

区分	荒茶収量あたり (kgCO ₂ eq/kg)		荒茶粗収入あたり (kgCO ₂ eq/万円)		寄与率	
	平坦地体系	山間地体系	平坦地体系	山間地体系	平坦地体系	山間地体系
エネルギー						
軽油	0.18	0.35	1.21	1.50	2.9%	4.1%
ガソリン	0.36	0.45	2.36	1.92	5.7%	5.2%
混合油	0.04	0.06	0.29	0.25	0.7%	0.7%
オイル	0.03	0.03	0.16	0.14	0.4%	0.4%
電力	0.48	1.25	3.14	5.40	7.6%	14.7%
資材生産等						
燃料	0.09	0.11	0.56	0.49	1.4%	1.3%
化学肥料	0.41	0.54	2.69	2.32	6.6%	6.3%
有機肥料	0.14	0.19	0.95	0.82	2.3%	2.2%
農薬	0.18	0.23	1.16	1.00	2.8%	2.7%
被覆資材	0.01	0.00	0.09	0.00	0.2%	0.0%
製茶加工	1.51	1.57	9.90	6.75	24.1%	18.4%
出荷資材	0.03	0.03	0.22	0.13	0.5%	0.4%
窒素投入						
化学肥料	1.08	1.41	7.08	6.09	17.2%	16.6%
有機肥料	1.29	1.68	8.44	7.26	20.5%	19.8%
作物残渣	0.44	0.61	2.89	2.63	7.0%	7.2%
合計	6.28<	8.51	41.14>	36.7	100.0%	100.0%

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集

3 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集

3.4 事例 4：緑茶飲料の消費形態に着目した CFP 算定事例

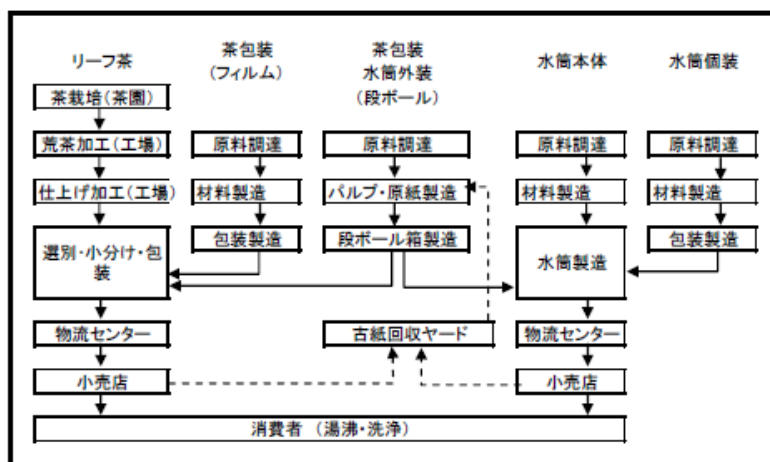
3.4. 事例 4：緑茶飲料の消費形態に着目した CFP 算定事例

図表 3-9 事例 4 の概要

文献名	容器の使用状況を考慮した緑茶・コーヒー飲料のマイボトルの使用に着目して
著者	梶川崇, 山川肇
出典・発表年	第 6 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集 (2011 年 3 月)
対象国・地域	日本国内
概要	緑茶およびコーヒー飲料について、消費形態に着目して以下を想定し、パターンごとに GHG 排出量を推計し、マイボトル利用による環境負荷削減効果を定量評価した事例。 ①マイボトルまたは湯呑みで消費されるパターン ②500ml または 2L のペットボトルで消費されるパターン マイボトルの使用にあたっては、「繰り返し使用」が、全体として環境負荷軽減につながると示唆されている。
評価手法	積み上げ式による推計 ✓ 原単位は JEMAI-LCA Pro および産業環境管理協会の日本フォーラム 2009 年度版 4 版を使用。 ✓ プロセスデータは、茶製造工程、抽出・充填工程、マイボトル製造工程およびそれらに関する輸送はヒアリング調査を実施して収集・設定。 ✓ 窒素施肥量は、各都道府県別施肥基準を各産地の荒茶生産量で按分して、52.9kg_N/10a としている。(ただし、肥料製造部分における負荷は計上していない。) ✓ 農薬と水消費については評価対象外。 ✓ なお、栽培時の肥料・農薬・用水などに係る製造・使用時のデータは評価には含まれていない。 ✓ マイボトルは週 3 回 5 年間の使用を想定して 7000 回、湯呑は既存文献からの引用で 7300 回と想定。

◆ システム境界

- ・ 評価対象は、機械設備などの建設にかかる固定資本分を含めず、製品・容器包装の製造、輸送、消費、再使用・再利用、廃棄物処理に係る分を含めている。
- ・ 評価項目は、化石燃料消費量、温室効果ガス排出量 (GHG 排出量)、廃棄物処分量とし、影響領域は、化石燃料資源消費、地球温暖化、廃棄物処分。

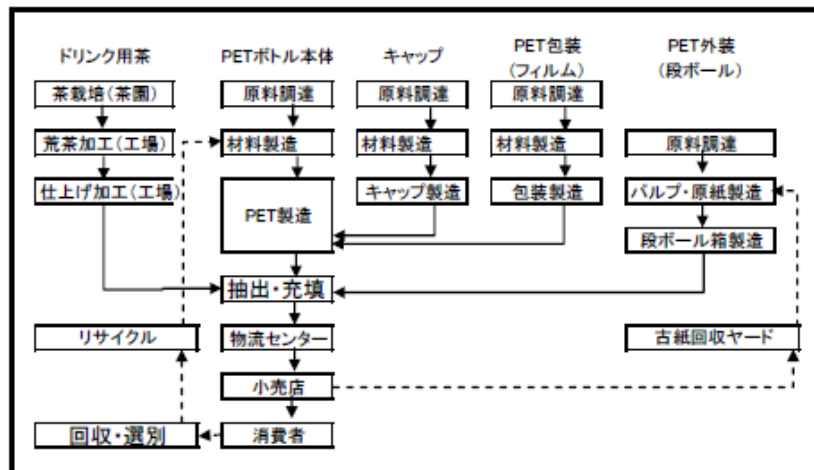


図表 3-10 茶（マイボトル利用）のシステム境界

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外のWFP等算定・活用事例の収集

3 国内外における茶・コーヒーに係るWFP等の算定事例の収集

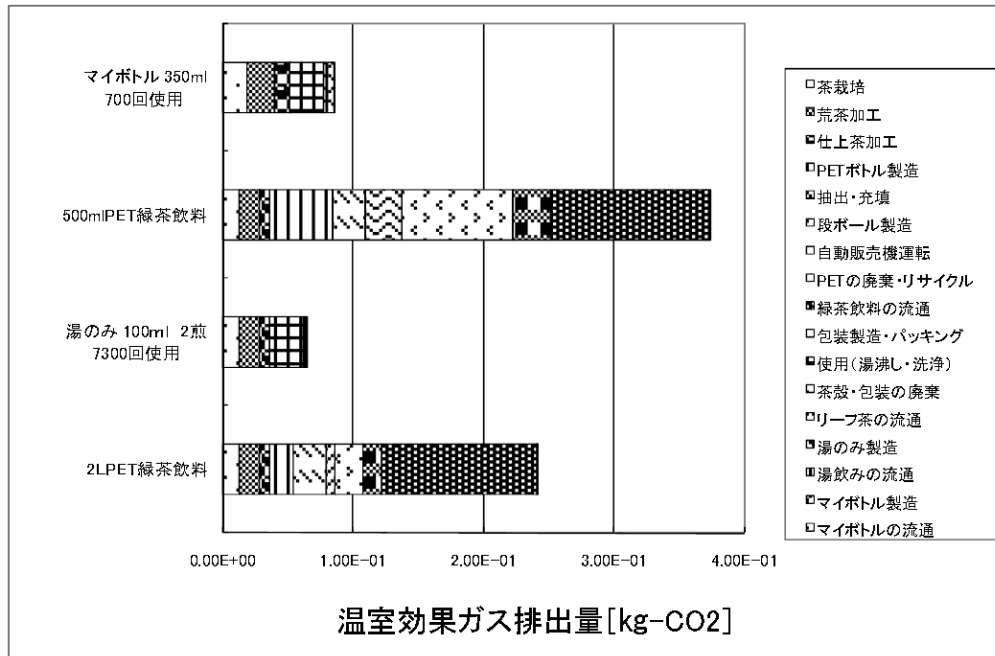
3.4 事例4：緑茶飲料の消費形態に着目したCFP算定事例



図表 3-11 茶（PET ボトル）のシステム境界

◆ 評価結果の概要

- ・ 500ml のペットボトル緑茶飲料と、マイボトルを 1 回のみ利用した場合を比較すると、ペットボトルの GHG 排出量が 2.7kg-CO₂ 少ない。
- ・ しかし、11 回以上マイボトルを利用すると逆転すること（ペットボトル緑茶飲料よりもマイボトルの GHG 排出量が少ない）が示唆。



図表 3-12 GHG 排出量の算定結果

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集
 3 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集
 3.5 事例 5：インドにおける紅茶の有機栽培と慣行栽培の環境影響評価の事例

3.5. 事例 5：インドにおける紅茶の有機栽培と慣行栽培の環境影響評価の事例

図表 3-13 事例 5 の概要

文献名	Life cycle assessment of drinking Darjeeling tea Conventional and organic Darjeeling tea
著者	Geneviève Doublet, Niels Jungbluth
出典・発表年	ESU-services Ltd Practical training report, 2010
対象国・地域	インド北部のダージリン地方
評価方法	インドにおける慣行栽培と有機栽培による紅茶（ダージリンティー）生産に係る LCA 評価の事例 ✓ 紅茶が主に消費される形態としてティーバックを想定している。ティーバック 1 つあたりに含まれる茶葉は 1.75g と仮定、250ml のお湯を注ぐとして、これをカップ 1 杯あたりの評価単位としている。 ✓ 評価範囲は、雑草管理を含む茶園での茶葉生産から、消費者までの流通を含む。（最終消費者は EU 域内の消費者を想定している。） ✓ 評価シナリオとしては、以下 5 つを想定している。 1. オーガニック栽培の紅茶（ティーバック） 2. オーガニック紅茶と普通の紅茶ミックスの茶番（大容量パッケージで販売される茶葉） 3. 2 のうち、小売業者を介せず販売されるもの 4. 慣行栽培による紅茶（ティーバック） 5. 慣行栽培による紅茶（大容量パッケージで販売される茶葉） ✓ 有機栽培と慣行栽培が実施される地域は同じ、茶葉乾燥の工程も同じとする。ただし、乾燥時の向上は混入を防ぐためサイトを分けている。 ✓ 影響評価は、ecological scarcity method 2006、CFP、non-renewable cumulative energy demand の 3 つの指標で評価。 ✓ インベントリデータは既存文献から収集。（主に、Tea Research Association (TRA)）

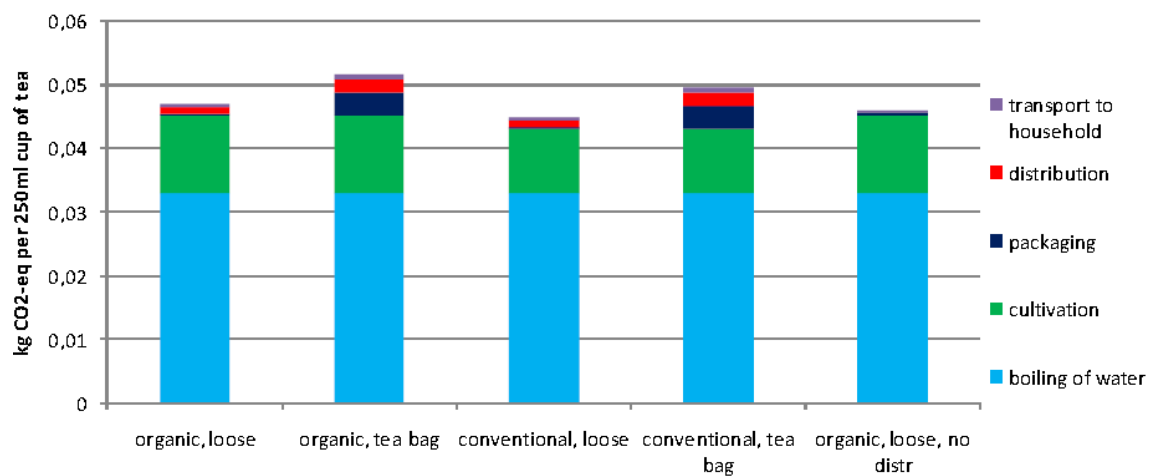
◆ 評価結果の概要

- ・ オーガニック紅茶の方が、有機肥料等によるメタンガス排出が大きいために、茶葉栽培時の負荷量が大きい結果となっている。
- ・ 紅茶の栽培方法にかかわらず、ティーバックで飲んだ方が、カップ 1 杯あたりの CFP が大きい傾向がある。

図表 3-14 CFP 算定に係るインベントリデータ(g CO₂/cup)

Carbon footprint	Very high	Typical	Very low (good)	organic, loose	organic, tea bag	conventional, loose	conventional, tea bag	organic, loose, no distr
Cultivation and harvest	5.6	2	1.4	5.1	5.1	3.0	3.0	5.1
Processing	10.2	3.3	0.8	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Transport	1.9	0.8	0.6	0.9	1.2	0.9	1.2	0.8
Packaging	10	2.3	1.3	0.4	3.6	0.4	3.6	0.4
Retail / Distribution and selling	0.3	0.3	0.3	1.1	2.2	1.1	2.2	0.0
Preparation of cup	142	31	15	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
Total	170	39.7	19.4	46.9	51.6	44.9	49.5	45.9
source	Nigel Melican (2009)			SIMAPRO CML GWP 2007; July 20 2010				

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集
 3 国内外における茶・コーヒーに係る WFP 等の算定事例の収集
 3.5 事例 5：インドにおける紅茶の有機栽培と慣行栽培の環境影響評価の事例



図表 3-15 CFP 算定結果

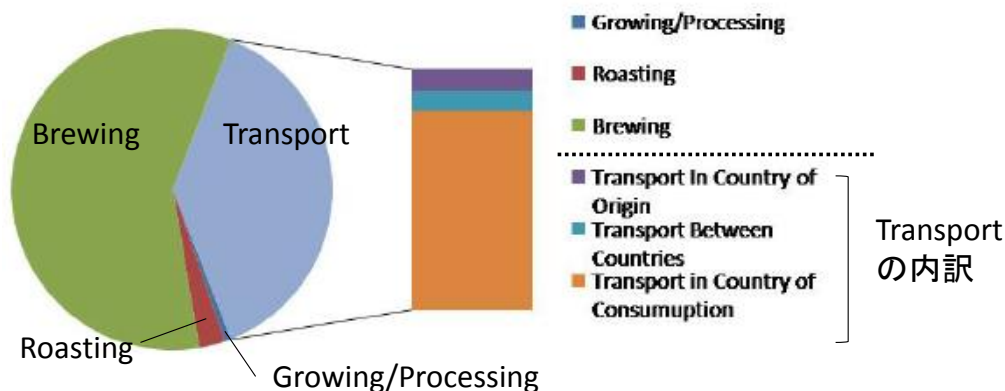
3.6. 事例 6：グアテマラにおけるコーヒーの環境影響評価事例

図表 3-16 事例 6 の概要

文献名	Life Cycle Assessment of Coffee Production
著者	Ben Salinas
出典・発表年	Franklin W. Olin College of Engineering report, 2008
対象国・地域	グアテマラ・Finca Vista Hermosa 地域 (27000 本植栽 (30~55 年生)、年間生産量約 40,000 kg、)
評価手法	✓ グアテマラ・Finca Vista Hermosa 地域における green coffee 生産に係る環境影響を評価した事例。 ✓ 評価にあたっては、Eco-Indicator 99 を使用している。 ✓ コーヒー園での栽培から輸出するまでを評価対象としているが、各ライフサイクルにおける「直接的な物資投入」のみを評価しており、<u>本事例において肥料や農薬による影響は含めていない。</u> ✓ また、コーヒー園の寿命は 30~55 年で永年作物であることを指摘しているが、<u>植栽時の影響（茶園でいえば定植から摘採可能な時期と考えられる）は評価に含めていない。</u> ✓ LCA 評価にかかる一時データについては、<u>コーヒー生産者からのヒアリング、または既存文献に基づき収集・整理している。</u> ✓ ポストンまで輸送され、エスプレッソとして消費されることを想定して以下の輸送経路を設定している。

◆ 評価結果の概要

- ・ 全環境影響のうち 39%が輸送（Transport）による影響とされている。
- ・ コーヒー園における環境影響は、輸送（Transport）による影響の約 1/30 であることが示されている。
- ・ ただし、本事例においては、全てのライフサイクル間接的な影響は含まれていない。
 - この点については、結果の解釈に注意が必要と考えられる。（例えばコーヒー園での肥料や農薬は評価に含まれない。）



図表 3-17 ライフサイクル段階別の影響評価結果

4. 欧州における環境フットプリント事業の動向

4.1. 環境フットプリント事業の概要

- ・ 欧州委員会により、「製品」、「サービス」、「組織活動」の環境影響評価手法として検討が進められている事業。
 - 複数の環境影響領域を対象としたマルチクライテリア手法であり、その影響領域と推奨される評価手法は図表 4-1 に示すとおりである。
- ・ 2013 年より、算定のガイドラインを用いた事業者によるパイロットテストの募集が始まった（図表 4-2）。

図表 4-1 Product Environmental Footprint (PEF)が対象とする影響領域³¹

影響領域	影響評価モデル	インパクト評価の単位
気候変動	Bern model	kg CO2 equivalent
オゾン層破壊	EDIP model	kg CFC-11 equivalent
生態毒性（淡水水生生物）	USEtox model	CTUe (Comparative Toxic Unit for ecosystems)
人毒性（発がん影響）	USEtox model	CTUh (Comparative Toxic Unit for humans)
人毒性（非発がん影響）	USEtox model	CTUh (Comparative Toxic Unit for humans)
粒子状物質	RiskPoll model	kg PM2.5 equivalent
放射線影響	Human Health effect model	kg U235 equivalent (to air)
光化学オキシダント	LOTOS-EUROS model	kg NMVOC equivalent
酸性化	Accumulated Exceedance model	mol H+ eq
富栄養化（陸域）	Accumulated Exceedance model	mol N eq
富栄養化（淡水）	EUTREND model	fresh water: kg P equivalent
富栄養化（海水）	EUTREND model	marine: kg N equivalent
資源消費（水）	Swiss Ecoscarcity model	m3 water use related to local scarcity of water
資源消費（鉱物、化石燃料）	CML2002 model	kg antimony (Sb) equivalent
土地改変	Soil Organic Matter (SOM) model	Kg (deficit)

図表 4-2 パイロット事業の採択製品・産業³²

時期	採択されたパイロット事業の製品・産業分類
1st wave	・ 14 製品分類（電池・蓄電池、装飾用塗料、冷温水供給パイプ、家庭用液体洗濯洗剤、IT 機器、革製品、金属板、靴(革製除く)、太陽光発電、文房具、断熱材、T シャツ、UPS（無停電電源装置）、紙（中間財）） ・ 2 産業分類（小売業、銅製品製造業）
2nd wave	・ 11 製品分類（ビール、コーヒー、乳製品、家畜用飼料、食用魚、食肉、未調理パスタ、容器入りの飲料水、ペットフード（犬・猫用）、オリーブオイル、ワイン）

³¹ EUROPEAN COMMISSION(2012)Product Environmental Footprint (PEF) Guide をもとにみずほ情報総研作成

³² 経済産業省（2015）ワークショップ「欧州環境フットプリントとマルチクライテリア評価の動向」資料「環境フットプリントにおける各パイロットの検討状況」より引用

第 I 部 茶生産に係る基礎情報および国内外の WFP 等算定・活用事例の収集

4 欧州における環境フットプリント事業の動向

4.2 コミュニケーションの位置づけ・狙い、検討状況

図表 4-3 主要各国・主要メーカーの参加状況 ³²

各パイロット	主要メーカー	企業数		
		EU 加盟国	EU 非加盟国	合計
ビール	Heineken (オランダ) 等	4	0	4
コーヒー	Nestlé (Nespresso + Nestec) (スイス) 等	2	2	4
乳製品	Bel Group (フランス)、Danone (フランス) 等	6	1	7
家畜用飼料	EWOS AS(ノルウェイ)、Sanders (アメリカ) 等	8	3	11
食用魚	Marine Harvest ASA (ノルウェイ) 等	2	4	6
食肉	Danish Crown Group (オランダ) 等	4	1	5
未調理パスタ	F. Divella S.p.A (イタリア) 等	6	0	6
容器に入った飲料水	Danone Waters (フランス) 等	3	0	3
ペットフード (犬・猫用)	Nestlé Purina PetCare Europe (スイス) 等	4	1	5
オリーブオイル	Acesur(スペイン) 等	5	0	5
ワイン	Pernod Ricard Winemakers Spain (スペイン) 等	3	1	4

4.2. コミュニケーションの位置づけ・狙い、検討状況

- ・ 環境フットプリントにおけるコミュニケーションについては、以下の文書が公表された。
 - BACKGROUND DOCUMENT FOR THE TESTING OF COMMUNICATION VEHICLES IN THE ENVIRONMENTAL FOOTPRINT PILOT PHASE 2013-2016 (環境フットプリントのパイロットフェーズ 2013-2016 におけるコミュニケーション手段の試験運用のための背景文書) ³³
- ・ 消費者に対するコミュニケーションは以下に示す事項を前提としている。

✓	消費者は、品質や価格に基づいて購入を決定し、その後で環境面等のその他の要素に注目すると位置づけ。
✓	環境パフォーマンス情報については、消費者が必要不可欠と認識している当該製品の特長が変更されない限り、購入の判断に影響を及ぼすこと
✓	したがって、消費者はより高い環境またはエネルギー性能を備えた製品に対しては、より高い金額を支払う意思があること。
✓	ただし、環境意識の高い製品に対する購入意欲があり、それを明言するものの、実際に購入するのは少数であること (価値観と行動のギャップ)。

* これらは、環境フットプリント事業の実施に先駆けて、欧州域内で実施された消費者に対する意識調査等により得られた知見である。

³³ http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_pilots.htm

- ・ 環境フットプリント事業におけるコミュニケーションの狙いとしては、以下に示す事項が示されている。
 - 信頼できる比較可能で明確な環境情報の提供を通じて、消費者（B2C）および取引先（B2B）が、より一層十分な情報に基づいた選択を行うことができるサポート
 - 消費者に向けて、PEF プロファイルにおける製品の魅力向上、あるいは PEF に基づいたライフサイクルでの環境性能の向上に寄与
 - より一層のグリーン消費に寄与
 - 特に製品に関連した環境問題に対する意識の向上
 - 製品の環境性能の向上（当該製品に関連した主要な環境問題にターゲットを絞り製品設計を改善、ライフサイクルでの環境性能に基づいた競争の実現）

4.3. コミュニケーションの活用例

- ・ 上記の背景文書においては、行動科学的知見に基づくコミュニケーションの方法が紹介されている。
 - 基本的な考え方としては、「各々の購入に関連した個人のフットプリントに焦点を合わせて、平均的な消費者や、最も環境にやさしい消費者に対し、それぞれのパフォーマンスがどのような位置づけとなるか、情報提供すること」等があげられている。
 - 例えば、店舗で購入した際の領収書に対して、“Well done! Your cart is greener than that of our average buyer. (お見事！あなたのカート（買い物カゴ）は、当店の平均的なお客様と比較してグリーン度 B（中級、良）です。）” 等と表示すること等が例示されている。
 - このような例示は、以下の消費者の行動概念に基づいたものである。

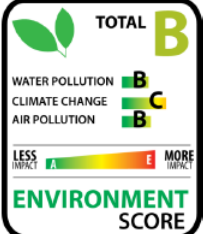
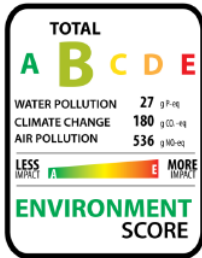
- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">①同じ店舗で購入している他の客が、どのように行動しているかに言及する②「最も良い」環境パフォーマンスに対して、各人のパフォーマンスがどのような位置づけになるかを情報提供することにより、「グリーン消費」に対する取組みを継続する③各人のパフォーマンスを高めるためにどうするかの情報を提供し、「最も良い」環境パフォーマンスとなるサポートをする |
|--|

- ・ コミュニケーションの具体的手段として「性能ラベル」があるが、欧州の消費者においては性能等級として、A~G で示したもの（A が最高ランク）等の理解が進んでいるようである。
- ・ 性能ラベルは、以下に示すような要件が要求されている。
 - 想定しうる性能等級を記述したうえで、当該製品の性能がどれに相当するか明確に特定すること。
 - 当該製品の環境性能として最大 3 つの影響領域を示し、それを伝える最低限の文字（もしくは等級）を特定すること。

◆ 欧州消費者における環境影響の製品ラベルに対するアンケート

欧州域内における環境フットプリント事業に関する消費者アンケートでは、異なるデザインで環境影響を表示した製品について、消費者の志向を検証している（図表 4-4）。

図表 4-4 欧州の消費者アンケートで用いられた製品ラベルの概要³⁴

No	環境フットプリントの表示デザイン	説明	No	環境フットプリントの表示デザイン	説明
1		・ 製品の統合的な環境影響を A～E の五段階で表示（凡例として環境影響の程度をデータバーで表示）	2		・ 製品の統合的な環境影響を A～E の五段階で表示（凡例として環境影響の程度をデータバーで表示） ・ バーコードリーダーにより、オンラインで詳細情報の確認可能
3		・ 統合的な環境影響は表示せず、各クライテリアの環境影響を A～E の五段階で表示（凡例として環境影響の程度をデータバーで表示）	4		・ 製品の統合的な環境影響と、各クライテリアの環境影響を A～E の五段階で表示（凡例として環境影響の程度をデータバーで表示）
5		・ 製品の統合的な環境影響を A～E の五段階で表示（凡例として環境影響の程度をデータバーで表示） ・ 各クライテリアの環境影響を定量スコアで表示	6		・ 製品の統合的な環境影響と、各クライテリアの環境影響を星の数で表示

◆ 欧州の消費者アンケート結果の概要

- ・ 「良い/悪い」といった表現の方が「影響が少ない/より影響がある」という表現よりも簡単にわかりやすい。
- ・ No.6 のように星の数で表示すると、その数の意味が分かりにくいため混乱する。
- ・ No.3 等統合表示がないものは、消費者が「温暖化」、「大気汚染」「水質汚染」等の各クライテリアについて理解する必要があるため、総合的に勘案して当該製品による環境負荷が多いかどうかの判断が難しい。
- ・ データバー等の凡例があると、統合指標の「A」は B～E よりも環境影響が少ないということがわかりやすい。
- ・ 製品カテゴリーの違いによって、消費者が気になるクライテリアは異なる。

³⁴ European Commission – DG Environment (2012) Study on different options for communicating environmental information for products Final report

- 食品および飲料製品に係る環境影響は、「(自然環境の) 富栄養化」と「(人への) 健康影響」と密接に関連していると認識。
- ・ No.5のように定量データが示されているラベルに対しては、年齢層によって意見が異なる傾向がある。若年層では数値の意味を深く理解せずとも、製品ラベルの信頼性が向上するという意見が多い。

当該調査から得られる欧州域内の消費者のラベルに対する志向の考察を図表 4-5 に整理した。

図表 4-5 当該調査から得られる消費者のラベルに対する志向の考察

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・ <u>製品が環境に対してよいのか悪いのか、シンプルにわかる方が良い。</u>(統合指標があると良いという傾向も同様の観点と考えられる。)<ul style="list-style-type: none">➤ <u>そのため、等級等で示す場合はその等級が持つ意味が分かるように凡例があると良い。</u>➤ <u>また、各クライテリアの“絶対値表示”は、数値そのものよりもラベルの“信頼性の向上”という観点で効果がある可能性がある。</u>・ 食品および飲料製品に対しては、<u>「(自然環境の) 富栄養化」と「(人への) 健康影響」への関心が高い傾向。</u> |
|---|

第Ⅱ部

茶のW F P評価手法の検討およびケーススタディの実施

第Ⅱ部 目次

5. 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.1. 茶の WFP 評価手法検討に係る基本的考え方	46
5.1.1. 基本方針	47
5.1.2. システム境界	47
5.1.3. 評価で用いる手法	48
5.2. インベントリデータ整理の考え方	50
5.2.1. 基本方針	50
5.2.2. 原料調達段階（成木園）における水消費量算定の基本的考え方	51
(1) 成木園における直接的な水の消費	51
(2) 成木園における間接的な水の消費	55
5.2.3. 原料調達段階（幼木園）における水消費量算定の基本的考え方	62
(1) 幼木園における直接的な水消費	63
(2) 幼木園における間接的な水の消費	64
5.2.4. 原料調達段階における窒素溶脱量の推計	65
5.2.5. 一次加工段階（荒茶加工・仕上げ加工）における水消費量	67
(1) 直接的な水の消費	67
(2) 間接的な水の消費	67
5.3. ケーススタディにおける WFP の算定	68
5.3.1. ケーススタディにおけるインベントリデータの概要	68
5.3.2. WFP 算定にかかるインベントリデータの整理	70
(1) 成木園における直接的な水消費の推計	70
(2) 成木園における間接的な水消費の推計	71
(3) 幼木園における直接的な水消費の推計	72
(4) 幼木園における間接的な水消費の推計	74
(5) 成木園における窒素溶脱量の推計	75
(6) 荒茶工場における直接的な水消費の推計	76
(7) 荒茶工場における間接的な水消費の推計	76
(8) 製品工場における水消費の整理	77
(9) 製品工場における排水及び廃棄物処理量の整理	78
5.3.3. 緑茶製品に係る WFP 算定結果	79
5.4. “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討	84
5.4.1. 茶園における“こだわりの取組”の整理	84
5.4.2. 施肥量削減および肥効調整型肥料使用の取組	87

5.4.3.	石灰窒素使用による施肥量削減の取組	92
5.4.4.	点滴灌漑実施の取組	96
5.4.5.	畝間へのマルチングによる窒素溶脱防止の取組.....	100
5.4.6.	節水型散水氷結法による防霜対策の取組	105
5.4.7.	防霜ファンの節電実施の取組.....	111
5.4.8.	スプリンクラー散水による農薬を使わない防除の取組.....	115
5.4.9.	水生植物帯等を利用した茶園排水の浄化の取組.....	118
5.5.	緑茶と紅茶の栽培・荒茶加工時の WFP の比較	121
5.5.1.	製造方法による茶の分類.....	121
5.5.2.	緑茶と紅茶における加工方法の違い.....	121
5.5.3.	WFP の観点からの比較.....	122
5.6.	生産地域の違いによる茶園における WFP の比較.....	124
5.6.1.	紅茶の産地における茶園管理状況	124
(1)	インドの茶園管理	124
(2)	スリランカの茶園管理.....	125
5.6.2.	WFP の観点からの比較.....	126
(1)	直接的な水消費に係る比較.....	126
(2)	間接的な水消費に係る比較.....	127

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.1 茶の WFP 評価手法検討に係る基本的考え方

5.1. 茶の WFP 評価手法検討に係る基本的考え方

農林水産省「水資源循環の見える化」調査・検討事業においては、農林水産業がもつ水源涵養等の多面的機能をふまえた WFP 算定手法の検討を目的として、平成 25 年度は木材、平成 26 年度は水稲（コメ）を検討対象品目として検討を行ってきた。

今年度は「日本茶」を対象品目として、ケーススタディの実施、“こだわりの取組”による WFP 改善効果の検証を行う。具体的な検討項目は、以下の通りである。

① 茶の WFP 評価手法の検討にかかる基本的考え方 →5.1 参照

本調査において評価対象とするシステム境界、評価で用いる手法等を整理した。

② インベントリデータ整理の考え方 → 5.2 参照

茶の WFP 評価に当たって、データが得られなかった場合の推定方法や参照する文献等について整理した。

③ ケーススタディにおける WFP の算定 → 5.3 参照

企業提供データに基づき、1,000ml 紙パック緑茶製品製造に係る WFP を算定した。

④ 茶園の“こだわりの取組”による WFP 削減効果の評価 →5.4 参照

施肥量削減の取組等、茶園における環境配慮の取組を実施した場合の、WFP の変化を検証した。

⑤ 茶の種類（紅茶）および生産地による WFP の比較 →5.5・5.6 参照

緑茶と紅茶の栽培、荒茶加工時に係る WFP の異なる点、生産地の違いによる WFP 算定結果の異なる点について整理した。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.1 茶の WFP 評価手法検討に係る基本的考え方

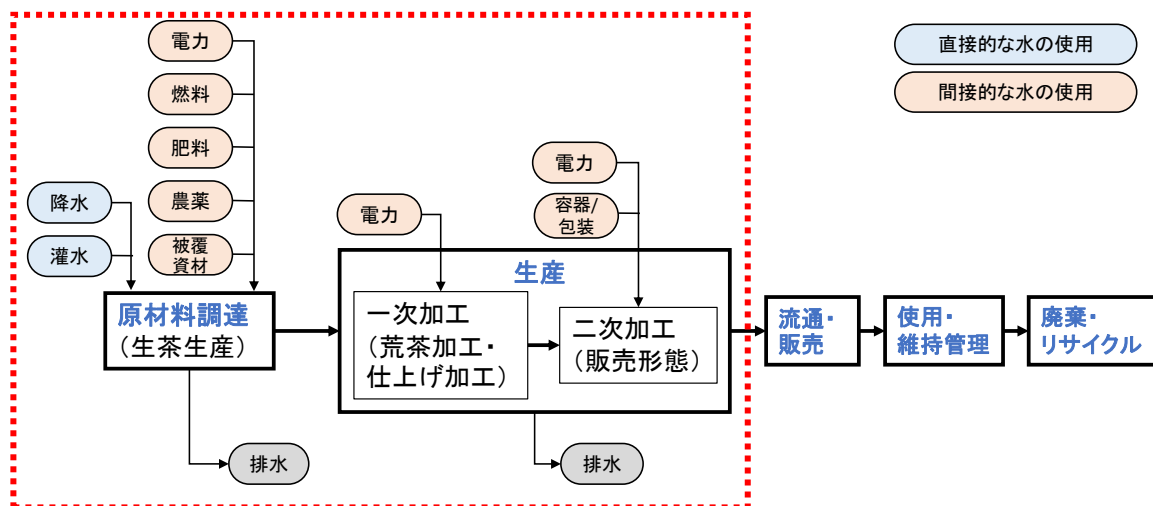
5.1.1. 基本方針

本業務においては、茶生産に係る品質向上や環境配慮の“こだわりの取組”によって、どの程度 WFP が変動するか、取組の評価指標として活用することを前提に評価手法の検討を行う。

影響領域は直接的及び間接的水消費量に対する WFP と、水質の WFP の二つの影響領域を評価対象とする。評価範囲は、次節に示す通り生葉生産段階における茶園及び荒茶工場を対象とする。

5.1.2. システム境界

茶のライフサイクルのうち、本業務において評価対象とする範囲（システム境界）を図表 5-1 に示す。



図表 5-1 茶のライフサイクルと本業務で手法を検討する範囲

※赤点線が評価対象とする範囲

- ・ 投入資材として、肥料、農薬、被覆資材の製造・輸送に係る水消費は対象外とする。
- ・ また、ISO14046 では、「異なる地点におけるオフセット」は認められていないが、工場施設によっては、地下水浸透の取組等を通じて、取水した水をオフセットする取組を行う事例もある。
 - 同じ敷地内で地下浸透の取組を実施している場合は、取水地点と同じ場所でオフセットしているとみなし、地下浸透量分を差し引く考え方も可能である。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.1 茶の WFP 評価手法検討に係る基本的考え方

5.1.3. 評価で用いる手法

- ・ 本業務において用いるインベントリデータ及び影響領域ごとの評価手法を図表 5-2 に示す。
- ・ 水消費に係る WFP ではインベントリデータに水消費原単位を乗じることにより水量換算を行う。
 - 水量の影響評価の手法としては、ISO TR14073 (TR 事例集) の Example F³⁵ (以下、TR F 手法) を用いる。
 - 水質の WFP については Example I (以下、TR I) と LIME2 における富栄養化の特性化係数を用いる。
- ・ 「水使用量・消費量データベース (ver.2)」を用いる。
 - なお、基本的に「使用量」等で情報が得られることが多いが、本ケーススタディで使用する原単位は 2005 年の産業連関表に基づき算定された「生産額あたり水消費量 (m³/百万円)」である。
 - したがって、インベントリデータに原単位を乗じる際、インベントリデータに各項目の単価を乗じる必要があるが、この時使用する単価は原単位表に合わせて 2005 年のデータがあればそれを優先して使用することとする。

図表 5-2 本業務で用いるインベントリデータ及び評価手法の概要

評価対象	インベントリデータ	原単位	影響評価手法
水量の WFP (直接)	生葉生産段階における茶園および荒茶工場の水収支	東京都市大学伊坪研究室 「水使用量・消費量データベース (ver.2)」 ³⁶	TR F 手法
水量の WFP (間接)	生葉生産段階における茶園および荒茶工場の投入資材・エネルギー等		
水質の WFP	生葉生産段階における茶園および荒茶工場からの栄養塩類等の流出量	—	TR I 手法

³⁵ 農林水産省 (2013) 平成 26 年度「水資源循環の見える化」調査・検討事業調査報告書においては、TR F は旧 TR B 手法として、TR I は旧 TR F として掲載されている。TR の WD 修正作業の過程において Example の順番が入れ替わっている。

³⁶ http://www.yc.tcu.ac.jp/~itsubo-lab/research/water_db.html

◆ 水量の WFP 算定手法

TR F 手法は、Water scarcity に対する環境負荷量を、降水量の世界平均値（1,000 mm/year）を基準として換算・表現した WFP 算定結果が得られる。

また、降水（precipitation）、表流水（surface water）、地下水（groundwater）それぞれの取水源ごとの water scarcity の違いを、WFP 算定結果に反映させることができる手法である。

$$W_{sc} = C_{RF} \cdot \alpha_{RF} + C_{SW} \cdot \alpha_{SW} + C_{GW} \cdot \alpha_{GW}$$

W_{sc} : Water scarcity Foot-Print [m³/年]

C_{RF} : 降水（precipitation）からの水消費量 [m³/年]

α_{RF} : 降水に関する 地域ごとの特性化係数（local characterization factor）[-]

C_{SW} : 表流水（surface water）からの水消費量 [m³/年]

α_{SW} : 表流水に関する 地域ごとの特性化係数 [-]

C_{GW} : 地下水（groundwater）からの水消費量 [m³/年]

α_{GW} : 地下水に関する 地域ごとの特性化係数 [-]

図表 5-3 TR F 手法の算定式

◆ 水質の WFP 評価手法

窒素収支における「溶脱量」が地下水等の水質に影響を与える。この溶脱量と以下に示す特性化係数の積が水質への影響として算出される。

図表 5-4 TR I 手法に基づく特性化係数の設定

対象物質	水質基準 (mg/L)	特性化係数 (L/mg)	備考
硝酸性窒素と 亜硝酸性窒素	10	0.1	環境基準

* 特性化係数は、水質基準の逆数に相当する。（単位換算すると 100,000m³/kgN）

5.2. インベントリデータ整理の考え方

5.2.1. 基本方針

- ・ 各ライフサイクルにおいて、水および投入物資・投入エネルギー（以下、一次データという）を整理する。
- ・ 投入物資・投入エネルギーについては、間接的に消費した水として計上する。
- ・ これら一次データは、観測データがある場合にはそのデータを用いて、無い場合には文献調査の結果を参考に推計を行う。
 - データを観測した際の条件等は別途記録しておく。

本節においては、直接データが得られなかった場合のインベントリデータの推計方法について整理する。

5.2.2. 原料調達段階（成木園）における水消費量算定の基本的考え方

(1) 成木園における直接的な水の消費

◆ FAO の作物係数を用いた茶園からの蒸発散量の推計

- ・ 降水及び灌漑水消費量の推計は、一日あたり基準蒸発散量に作物ごとの蒸発散量の比率（作物係数）を乗じて、茶園からの蒸発散量を推計する。
 - 降水量が蒸発散量以上の場合は、蒸発散量はすべて降水量で賄われると仮定し、これを降水からの消費量と考える。また、降水量が蒸発散量よりも小さい場合は、不足分を灌水すると仮定して、降水量が降水からの消費量、不足分が河川水（表流水）からの消費量とみなす（図表 5-5）。
 - ただし、茶園においては、その日に雨が降らずとも、土中に一定量の水分があれば茶樹は土中水分を利用するため、灌水の必要がない。したがって、日単位に蒸発散量と降水量を比較するのではなく、月単位で評価することとする。
 - なお、茶園においては新芽が生育する 4~10 月の間に一定量の降水が必要とされていることから、本推計手法に基づき茶園における蒸発散量を推計する場合は、4~10 月を対象期間とする。
 - したがって、評価年における降水量、蒸発散量、降水からの消費量、河川水からの消費量の各合計値を 4~10 月を対象に月別に算定し、図表 5-5 の考え方に基づき降水からの消費量および河川水からの消費量を算定する。
- ・ 降水量及び基準蒸発散量は、農業技術環境研究所の「モデル結合型作物気象データベース」³⁷を、基準蒸発散量に対する作物係数は Richard G. Allen “FAO Irrigation and drainage paper 56”³⁸から引用する。
 - 作物係数は作物ごと、3 段階の生育段階ごとに設定されており（図表 5-6）、成木園においては、作物係数 K_{Cmid} （1.00）を用いる。

図表 5-5 茶園の直接的な水消費量設定の考え方

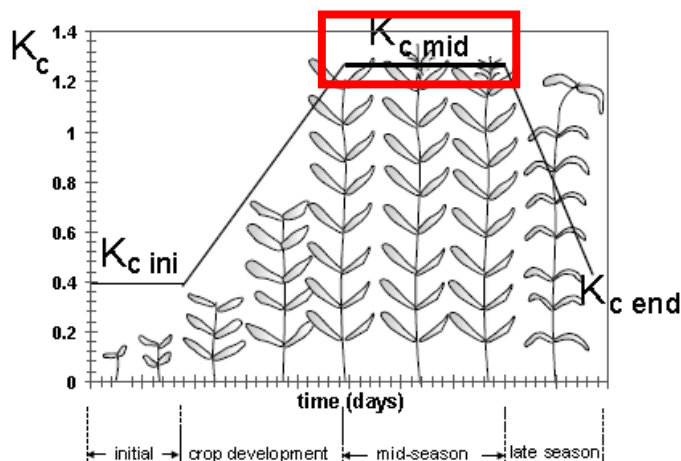
$$P \geq ET, C_{RF} = ET, C_{SW} = 0$$

$$P < ET, C_{RF} = P, C_{SW} = ET - P$$

P : 降水量、 ET = 蒸発散量、 C_{RF} = 降水からの消費量、 C_{SW} = 河川水からの消費量

³⁷ <http://meteocrop.dc.affrc.go.jp/>

³⁸ Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56



図表 5-6 作物の生育段階ごとの作物係数

◆ FAO の作物係数を用いた手法の妥当性の検証

- ・ 文献値に基づく茶園の蒸発散量と、FAO の作物係数を用いた蒸発散量の推計結果の比較を行い、FAO の作物係数を用いた手法の妥当性を検証する。
- ・ 検証に用いる文献の概要を図表 5-7 に、文献の調査対象期間における降水量データを使用した FAO の手法に基づく蒸発散量算定結果を図表 5-8 に示す。

図表 5-7 検証に用いる文献の概要

文献名	松尾ら（2000）窒素フロー収支からみた畑地施肥量削減の効果－茶畑の事例－
茶園の立地	福岡県南部の丘陵地帯（標高 80-100m）
年平均降水量	1,887 mm
年平均気温	16.0℃
土壌	褐色森林土壌
試験地の茶園面積	7.51ha
蒸発散量の測定（推計）手法	Thornthwaite ³⁹ 式 （実測した気温から可能蒸発散量を推定）
調査対象期間	第1 調査年：1997 年 6 月-1998 年 5 月 第2 調査年：1998 年 6 月-1999 年 5 月
蒸発散量（mm）*	第1 調査年：446 第2 調査年：483

* 原著では、調査対象期間に示す 1 年間分のデータを取得しているが、ここでは妥当性検証に用いる 4~10 月の蒸発散値を示している。

³⁹ Thornthwaite 法は、気温のみで可能蒸発散量を推定できる利点がある。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

図表 5-8 FAO の作物係数による蒸発散量の算定結果⁴⁰

月	第 1 調査年 (1998 年 6 月～ 1999 年 5 月)	第 2 調査年 (1997 年 6 月～ 1998 年 5 月)
4	57	52
5	80	71
6	54	65
7	81	74
8	91	90
9	78	62
10	43	46
合計	484	460

図表 5-9 文献値と推定値の比較

データ元	蒸発散量 ET (mm)
文献からの引用	446～483
FAO の手法に基づく算定	460～484

図表 5-9 より、文献値では 4～10 月の蒸発散量が 446～483 mm であるのに対し、FAO の手法により推計した文献と同じ期間の蒸発散量は 460～484 mm であり、同等の結果となることを確認した。

⁴⁰農業技術環境研究所の「モデル結合型作物気象データベース」のうち黒木（福岡県）の気象データを使用

◆ スプリンクラーを用いた防霜対策（散水氷結法）で使用する水の推計

- ・ スプリンクラーを用いた散水氷結法により防霜対策を行う場合、3～4t/10a/hr の散水量²⁶、一晩で最大 30t/10a 必要とされている⁴¹。
 - 一年間の茶園管理において、防霜対策を実施するのは、主に一番茶摘採前と初冬期である。
 - なお、当該技術は地域によって、導入状況が異なる。一部の地域においては、本技術を導入するとしても一番茶摘採前の時期のみの稼働となる⁴²（初冬期の防霜対策は行わない。）。

図表 5-10 スプリンクラーによる防霜対策の稼働時期等

時期	稼働条件等	稼働日数
一番茶摘採前	摘採 45 日前から摘採開始時までの間で、例えば気温が 2℃になるときにスプリンクラーが稼働するようにセンサーで設定、気温が日の出後に 5℃程度上昇するまで散水。	12 日 ⁴³
初冬期（秋冬期）	初霜が下りる時期から恒常的に平均気温が 10℃を下回る時期	約 20 日 （初霜を 12 月 10 日として月末まで稼働すると仮定）

- ・ 評価対象年の気象条件によって、スプリンクラーによる散水が実施される日数は変動するが、仮に上記の稼働日数を参考にすると、一年あたりにスプリンクラーを用いた防霜対策を行う際に消費する水は下記の通り算出される。

図表 5-11 散水氷結法にかかる水量の推計

【一番茶摘採前と初冬期に散水氷結法で防霜対策する場合】 $30t/10a/日 \times (春期防霜日数 12 日 + 秋冬期防霜日数 20 日) = 960t/10a/年$ 【一番茶摘採前のみ散水氷結法で防霜対策を実施する場合】 $30t/10a/日 \times (春期防霜日数 12 日) = 360t/10a/年$
--

- ・ なお、スプリンクラーの利用には、十分な水源があること等、一定量の水量確保が重要となり、それに伴うコスト面での負担が課題として指摘されている。
- ・ そのため、最近では散水間隔を変えることで同等の防霜効果を維持しつつ散水量を 6 割節水した事例等、節水型散水法の開発が行われている。
 - 節水型の散水氷結法に係る事例は、5.4.6 にて後述する。

⁴¹ <http://www.mate.pref.mie.lg.jp/tea/kanrimanual/510.htm>

⁴² 静岡県立大学食品栄養環境科学研究所 茶学総合研究センター長 中村順行教授へのヒアリングに基づく。

⁴³ 堀川知廣（1981）茶園における散水氷結法による凍霜害防止

(2) 成木園における間接的な水の消費

◆ 茶園での管理作業に係る間接的な水消費

- ・ 成木園における管理作業は、施肥管理の他には、土壌管理として深耕や中耕、防霜対策、干害対策等がある。
 - 特に防霜対策は、防霜ファンを使用する地域と、スプリンクラーによる散水氷結法を用いる地域がある。
- ・ 作業体系の異なる主要生産地域で、それぞれ実施する作業や必要エネルギー等についてまとめた既存事例⁴⁴を参考に、成木園での管理作業に係る間接的な水消費の算出方法について下記にまとめた。
 - 防霜ファンを使用する地域とスプリンクラーを使用する地域における、単位面積あたり生葉生産量を図表 5-12 に、地域ごとの作業体系を図表 5-13 に、栽培プロセスごとの使用エネルギー量を図表 5-14 および図表 5-15 に示す。

図表 5-12 作業体系の異なるモデル地域の単位面積あたり生葉生産量⁴⁵

概要	防霜ファン使用地域	スプリンクラー使用地域
生茶生産量[kg/10a/year]	873	1,520

図表 5-13 モデル地域の作業体系⁴⁴

概要	防霜ファン使用地域	スプリンクラー使用地域
経営状況	男 2、女 1 の家族労働、茶専作、共同工場	
作業体系	可搬型摘採機、 歩行型管理機	乗用型摘採機、 乗用型管理機
防除	動力散布機	スプリンクラー
防霜	防霜ファン	スプリンクラー
圃場数	10	5
通作距離[km]	1.5	1.5

⁴⁴ 独立行政法人農業環境技術研究所（2006）「環境影響評価のためのライフサイクルアセスメント手法」研究成果報告書「茶栽培における L C A の農業生産技術への適応」より引用。原文では、「防霜ファン使用地域」は東海地域を、「スプリンクラー使用地域」は南九州地域を想定して整理している。

⁴⁵ 農林水産省（2015）平成 25 年産茶生産量等（主産県）

図表 5-14 作業体系の異なるモデル地域の栽培プロセス及び使用エネルギー⁴⁴

プロセス	単位	防霜ファン 使用地域 ^{*1}		スプリンクラー 使用地域	
		使用量	燃料	使用量	燃料
施肥	L/10a/年	1.5	ガソリン	1.0	軽油
施肥（スプリンクラー）	kW/10a/年	— ^{*1}	—	27.2	電力
耕うん	L/10a/年	2.5	ガソリン	0.89	軽油
整枝	L/10a/年	1.9	ガソリン	8.3	軽油
摘採	L/10a/年	3.0	ガソリン	4.1	軽油
生葉運搬	L/10a/年	2.8	軽油	2.8	軽油
土壌改良剤	L/10a/年	0.22	ガソリン	0.50	軽油
深耕	L/10a/年	0.48	ガソリン	0.50	軽油
防除	L/10a/年	4.8	軽油	3.2	軽油 ^{*2}
敷き草刈り	L/10a/年	1.2	ガソリン	1.2	ガソリン
防霜	kW/10a/年	250	電力	68.0	電力
茶園巡回	L/10a/年	1.3	ガソリン	0.18	ガソリン
通作（機械運搬）	L/10a/年	3.1	ガソリン	0.6	軽油

*1 防霜ファン使用地域ではスプリンクラーの利用なし

*2 スプリンクラー使用地域については、防除 A と B の合計値

図表 5-15 作業体系の異なるモデル地域の使用エネルギー（燃料別）

燃料	単位	使用量（物量/10a/年）	
		防霜ファン使用 地域	スプリンクラー 使用地域
ガソリン	L	15	1.4
軽油	L	7.6	22
電力	kWh	250	95

- ・ 水消費量に換算した結果を図表 5-17、図表 5-18 に示す。
- ・ 地域別に、作業プロセスで使用する投入エネルギーにかかる間接的な水消費を算定した結果、防霜ファン使用地域の栽培プロセスに係る間接的な水消費のうち約 55% が電力によるものであった。
- ・ また、両地域でガソリンと軽油の使用割合が逆転しているが、これは作業で使用する摘採機や管理機の仕様の違い（可搬型や乗用型かの違い）による燃料の違いが影響していると考えられる。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

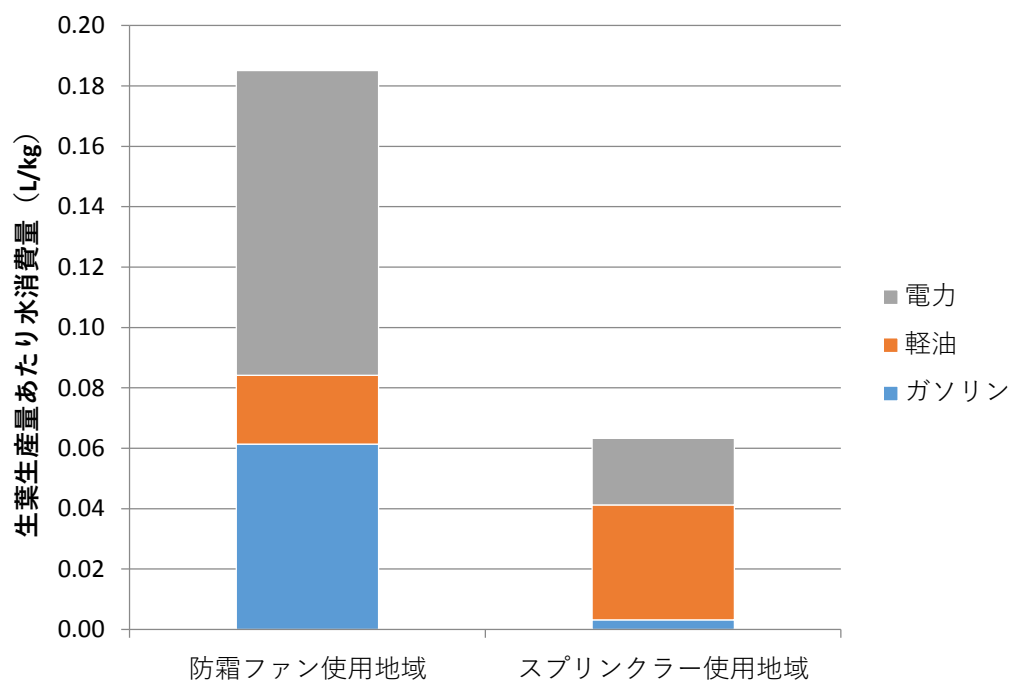
図表 5-16 水消費原単位 (m³/物量) *1

燃料	品目名	列部門	単位	水消費原単位	河川水	地下水	雨水
ガソリン	その他用ガソリン	石油製品	L	3.E-03	2.E-03	8.E-04	4.E-04
軽油	軽油	石油製品	L	3.E-03	2.E-03	6.E-04	3.E-04
電力	事業用火力発電	事業用電力	kWh	4.E-04	2.E-04	6.E-05	5.E-05

*1 東京都市大学伊坪研究室 WF 原単位 (物量 ver) 2013.10.22

図表 5-17 栽培プロセスに係る生葉生産量あたり水消費 (L/kg)

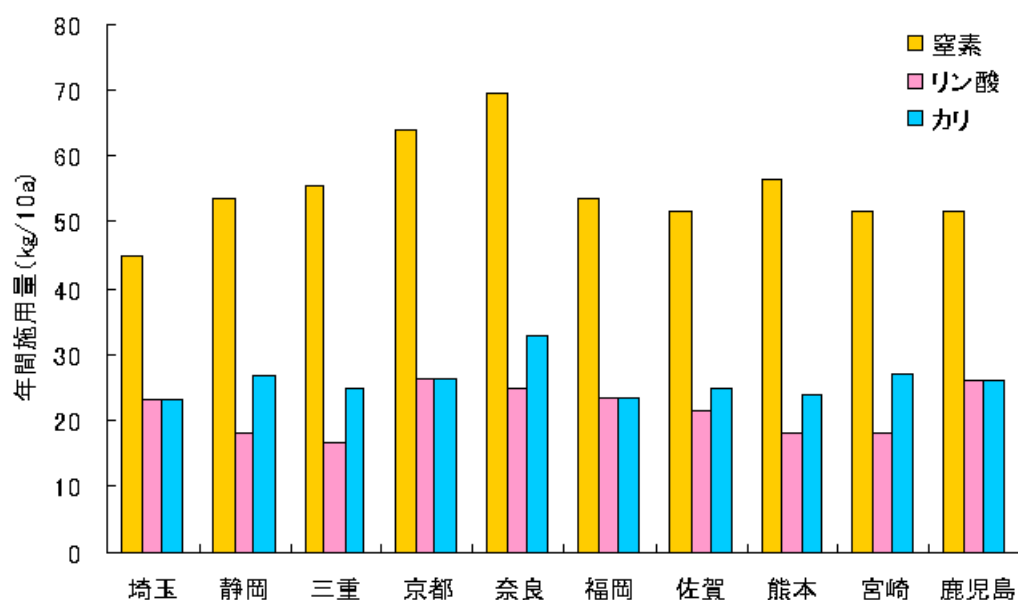
燃料	防霜ファン使用地域 (L/kg)				スプリンクラー使用地域 (L/kg)			
	水消費	河川水	地下水	雨水	水消費	河川水	地下水	雨水
ガソリン	0.06	0.04	1.4E-02	6.9E-03	3.2E-03	2.1E-03	7.1E-04	3.6E-04
軽油	0.02	0.02	5.1E-03	2.6E-03	0.04	0.03	8.5E-03	4.3E-03
電力	0.10	0.07	0.02	1.3E-02	0.02	0.02	3.9E-03	2.8E-03
合計	0.19	0.13	0.04	0.02	0.06	0.04	1.3E-02	7.5E-03



図表 5-18 栽培プロセスに係る生葉生産量あたり水消費 (L/kg)

◆ 施肥に係る間接的な水消費

- ・ 成木園における施肥量は都道府県ごとに指導指針⁴⁶が定められており、窒素成分はいずれも 40～70 kg/10a/年と指定されている（図表 5-19）。
 - 都道府県ごとの指導指針のほかには、各地域の JA が出している栽培暦等が参考となる。（季節ごとに、肥料の種類ごとに、散布量を示している。）
- ・ 原単位表が生産額ベースであることから、ここでは簡易的に「各地域の単位面積あたり施肥に係る経費」（図表 5-20）を用いて、原単位（図表 5-21）を乗じて水消費量への換算を行った事例を図表 5-22 に示す。
- ・ なお、本調査においては、肥料製造に係る水消費は評価の対象外とした。
 - 例えば、茶園においては肥効の効率化等を目的として、被覆型肥料等の使用の取組があるが、肥料のコーティングに使用される素材等については情報が得にくい。（肥効調整型肥料を用いた WFP 算定の事例は 5.4.2 に整理）



図表 5-19 主要県における茶園施肥基準（2005 年時点）⁴⁷

* 静岡県は、平成 22 年目標として窒素施肥量 40kgN/10a が目標値とされている。

⁴⁶ http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/index.html

⁴⁷ 農林水産省（2009）茶生産における施肥の現状と課題

第II部 茶のWFP評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶のWFP評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

図表 5-20 成木園での肥料に係る間接的な水消費量算出のための基礎データ*1

区分	東海	南九州
茶植栽面積(a/年)	101	197
茶生産量(kg/年)	12,368	24,503
肥料単価(千円/10a/年)	52	50

*1 農林水産省(2012)平成24年営農類型別経営統計(個別経営、総合編)より、主要地域における茶の肥料費を茶の作付面積で除して肥料単価とした。

図表 5-21 水消費原単位(m³/百万円)*1

燃料	水消費原単位	河川水	地下水	雨水
肥料	有機質肥料(除別掲)	979	27	551
肥料	化学肥料	103	32	11

*1 東京都市大学伊坪研究室「水使用量・消費量データベース(ver.2)」

図表 5-22 成木園での肥料に係る間接的な水消費量

燃料	東海(m ³ /10a/年)				南九州(m ³ /10a/年)			
		河川水	地下水	雨水		河川水	地下水	雨水
有機質肥料	82	51	1.4	29	77	49	1.3	27
化学肥料	7.6	5.4	1.7	0.57	7.2	5.1	1.6	0.54

◆ 肥料に係る原単位表との整合性について

- ・ 本調査においては、5.1.3に示す通り、産業連関表に基づき作成された水消費原単位を使用することとしている。
- ・ 肥料体系は、農作物ごと、地域ごとに多様な施肥体系があると考えられる。必ずしも産業連関表による原単位が、実態を把握していない可能性があることから、評価結果が実態とかい離する可能性がある点は結果の解釈において留意する必要がある。
 - なお、産業連関表に基づく「有機質資材」は、日本標準産業分類の細分類1063「有機質肥料製造業」の生産活動を範囲として、以下の通り定義されている(図表5-23)。

図表 5-23 産業連関表における「有機質肥料」の定義

- 動物性有機質肥料(魚かす粉末、肉骨粉、加工家禽ふん肥料等)
- 植物性有機質肥料(なたね油粕、米ぬか油粕、わたみ油粕等)
- その他(たい肥)

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

- ・ 一方、茶園で使用される「有機質肥料」は、図表 5-24 に示すとおり、「動物性有機質肥料」や「植物性有機質肥料」が中心で、家畜ふん尿由来の「きゅう肥」は一般的には使用されていない。
 - 牛ふんを含むバーク堆肥を使用する茶園もあるが、重量があるため労力がかかる等の理由により、利用する茶園は限られる。(また、成木園において豚ふん由来のきゅう肥や、鶏ふんは一般的には使用しない)
- ・ したがって、茶の WFP 算定においては、産業連関表をもとに作成された水消費原単位の「有機質肥料」を適用してよいと考えられる。

図表 5-24 茶園で使用される主な有機質肥料⁴⁸

主な有機質肥料	概要
菜種油粕	✓ 菜種の種子から油を抽出した残り粕 ✓ 公定規格は窒素 4.5%以上、リン酸 2%以上、カリ 1% ✓ 油粕の中でも菜種油粕は最も速効性の肥料であるが、その分解速度は粒度や温度によって変化し、粒の細かいほど、温度の高いほど分解は速くなる。
大豆油粕	✓ 大豆から油を抽出した残り粕 ✓ 公定規格は窒素 6%以上、リン酸 1%以上、カリ 1%以上 ✓ 大豆油粕の窒素がアンモニア態窒素に変化するのは、油粕類の中で大豆油粕が最も速いが、強酸性土壌(pH 4.9 以下)では分解が遅れる。
魚粕	✓ 生魚を水で煮た後、水分と脂肪を絞って乾燥させたもの ✓ 公定規格は窒素 4%以上、リン酸 3%以上で、かつ窒素とリン酸の合計量 12%以上 ✓ 窒素はタンパク態で土壌中での分解は速く、速効性の肥料である。 ✓ 魚臭に引き寄せられる動物や虫の害を防ぐためにも施用後は覆土を行う必要がある
魚節煮粕	✓ 鰹節製造時の煮粕を濃縮したもの ✓ 公定規格は窒素 9%以上で、リン酸とカリはほとんど含まれていない。
骨粉 (蒸製骨粉)	✓ 生骨を砕いて蒸気で加圧蒸煮し、乾燥、粉碎したもの ✓ 公定規格では窒素とリン酸をともに保証するものは、窒素 1%以上、リン酸 1.7%以上で、かつ両成分の合計含有率が 21%以上(カリはほとんど含まれていない。) ✓ 窒素とリン酸は土壌中で分解されてから作物に吸収されるため、肥効は遅く持続性がある。

⁴⁸ 日本土壌協会(2012) 有機栽培技術の手引 [果樹・茶 編] 第4部 茶の有機栽培技術

第II部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

- ・ なお、本調査で使用する水消費原単位表は、産業連関表の部門ごとに整理されているため、「きゅう肥」個別単位での原単位が無い。
- ・ したがって、茶園管理において「きゅう肥」を使用していた場合は、以下の考え方で原単位を当てはめる。
 - 産業連関表は、部門からさらに細かい品目ごとに生産額が整理されているため、「きゅう肥」相当の品目が、当該部門に占める生産額の割合を算出する。例えば、生産額ベースで、「酪農きゅう肥」は酪農部門の2.5%を占める。(図表 5-25)
 - 「きゅう肥」相当の品目に係る生産額の割合を、当該部門の原単位に乗じて、「厩肥」相当の品目に係る原単位を割り出す(図表 5-26)。

図表 5-25 「酪農きゅう肥」の酪農部門に対する生産額割合

統合品目名	品目名	生産額 (百万円)
生乳	生乳	681,268
乳子牛	乳子牛(と畜向け)	1,223
	乳子牛(肉用肥育向け)	121,311
乳廃牛	乳廃牛	34,025
その他の酪農生産物	乳子牛(搾乳向け)の成長増加(成牛換算)	106,268
	酪農きゅう肥	24,331
合計		968,426

*1 各部門の生産額小計に対して、オレンジで網掛けした「きゅう肥」相当の品目の生産額が占める割合を示している。

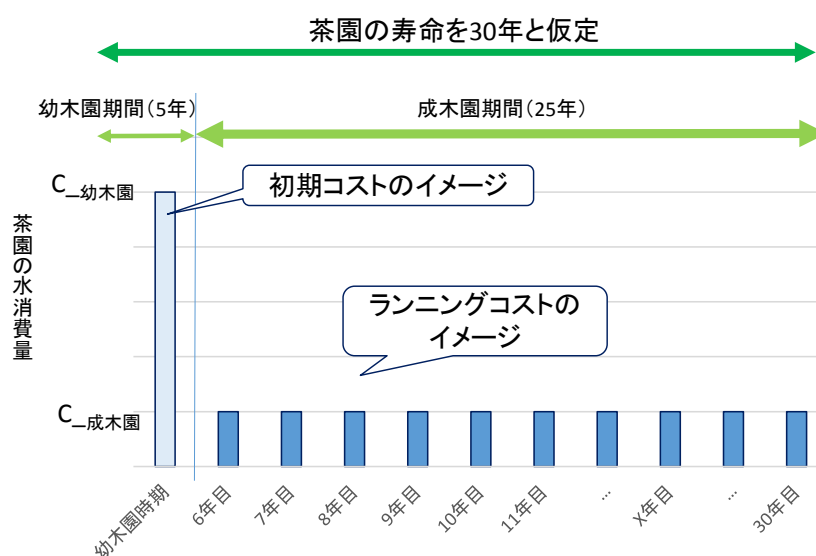
図表 5-26 有機質資材(きゅう肥)寄与分に相当する水消費原単位

部門	「きゅう肥」に相当する品目		国内生産額あたり水消費原単位 (m ³ /百万円)				寄与分の水消費原単位 (m ³ /百万円)			
	品目名	生産額割合	水消費量	河川水	地下水	雨水	水消費量	河川水	地下水	雨水
酪農	酪農きゅう肥	2.5%	4.1.E+03	2.2.E+03	9.1.E+01	1.8.E+03	1.0.E+02	5.6.E+01	2.3.E+00	4.4.E+01
鶏卵	鶏ふん	1.4%	1.3.E+03	7.6.E+02	4.0.E+01	5.2.E+02	1.8.E+01	1.0.E+01	5.5.E-01	7.1.E+00
肉鶏	鶏ふん	1.6%	1.4.E+03	8.4.E+02	4.4.E+01	5.6.E+02	2.3.E+01	1.4.E+01	7.1.E-01	8.9.E+00
豚	養豚きゅう肥	0.4%	1.5.E+03	8.9.E+02	4.3.E+01	6.0.E+02	6.2.E+00	3.6.E+00	1.8.E-01	2.4.E+00
肉用牛	きゅう肥	3.1%	3.5.E+03	2.0.E+03	8.8.E+01	1.4.E+03	1.1.E+02	6.1.E+01	2.7.E+00	4.5.E+01

* 図表 5-25 と同様に、「鶏卵」「肉鶏」「豚」「肉用牛」部門における「きゅう肥」に相当する品目の生産額割合を算出した。

5.2.3. 原料調達段階（幼木園）における水消費量算定の基本的考え方

- ・ 茶園は一般的に挿木で 3~4 月に定植し、定植後 5 年程度で摘採可能となる。（本資料では、以降、摘採可能となる前の段階の茶園を「幼木園」と言う。）
 - ・ ライフサイクル全体で算出することを前提に考えると、その茶園の幼木園時期の WFPを含めてカウントする必要がある。
 - ・ 茶園の寿命は 25~30 年とあることから、幼木園における水消費量は茶園の寿命 30 年、成木園の期間を 25 年と仮定して、幼木園でかかる水量を一年あたりに按分する（図表 5-27）。
- X 年に収穫した茶に係る茶園での水消費量図表 5-28 に示す推定式で算出する。



図表 5-27 茶園の水消費量カウントのイメージ

$$C_{\text{成木園}} \cdot X + C_{\text{幼木園}} / \text{成木園期間}$$

<推定式の仮定>茶園の寿命を 30 年、幼木園期間が 5 年とした場合、成木園の期間は 25 年。

図表 5-28 幼木園における水消費の推計方法

(1) 幼木園における直接的な水消費

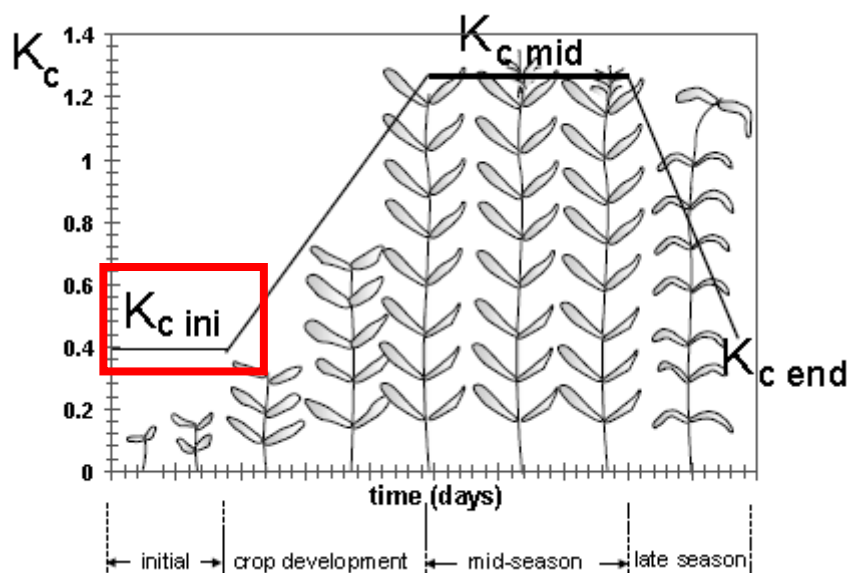
- ・ 成木園で観測データが得られなかった場合の直接的な水の消費量の推計方法と同様に、FAO の手法による降水量と蒸発散量の関係から推計可能である。
- この際、幼木園からの蒸発散量推計に用いる作物係数は、 K_{cini} を利用する。

図表 5-29 茶園の直接的な水消費量設定の考え方（再掲）

$$P \geq ET, C_{RF} = ET, C_{SW} = 0$$

$$P < ET, C_{RF} = P, C_{SW} = ET - P$$

P : 降水量、 ET =蒸発散量、 C_{RF} =降水からの消費量、 C_{SW} =河川水からの消費量



図表 5-30 作物の生育段階ごとの作物係数（再掲）

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.2 インベントリデータ整理の考え方

(2) 幼木園における間接的な水の消費

- ・ 幼木園における施肥量は都道府県ごとに指導指針が定められているが、例えば静岡県においては図表 5-31 に示す通り定植後の年数に応じて徐々に施肥量を増加させていく。
- ・ したがって、成木園における施肥に係る間接的な水消費に対して、幼木園の年数に応じた割合（図表 5-31）を乗じ、幼木園における各年の水消費とする（図表 5-33）。

図表 5-31 幼木園の施肥量⁴⁹

年次	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目
成木園に対する割合	50%	50%	70%	90%	100%
窒素施肥量 (kg/10a)	20	20	28	36	40

* 成木園の施肥基準は、窒素 40 kg/10a、リン酸 14 kg/10a、カリ 20 kg/10a

図表 5-32 成木園での肥料に係る間接的な水消費量（再掲）

燃料	東海 (m³/10a/年)			南九州 (m³/10a/年)				
	河川水	地下水	雨水		河川水	地下水	雨水	
有機質肥料	82	51	1.4	29	77	49	1	27
化学肥料	7.6	5.4	1.7	0.57	7.2	5.1	1.6	0.54

図表 5-33 幼木園での肥料（化学肥料）に係る間接的な水消費量

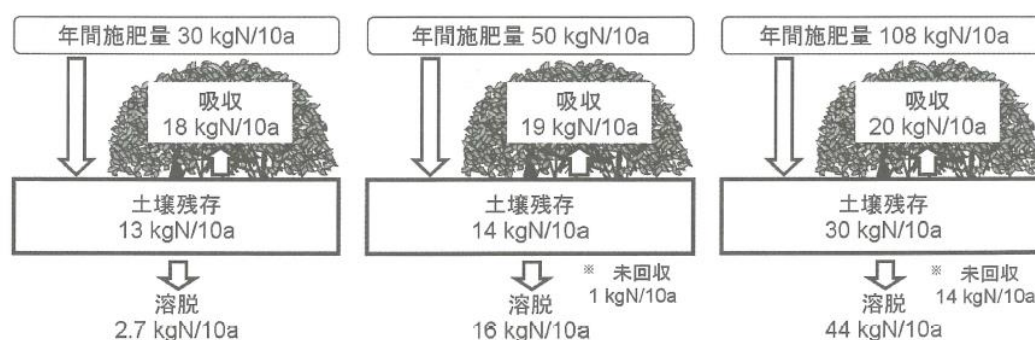
定植後 年数	東海 (m³/10a/年)				南九州 (m³/10a/年)			
		河川水	地下水	雨水		河川水	地下水	雨水
1 年目	3.8	2.7	0.8	0.29	3.6	2.6	0.78	0.27
2 年目	3.8	2.7	0.8	0.29	3.6	2.6	0.78	0.27
3 年目	5.3	3.8	1.2	0.40	5.1	3.6	1.1	0.38
4 年目	6.9	4.9	1.5	0.51	6.5	4.6	1.4	0.49
5 年目	7.6	5.4	1.7	0.57	7.2	5.1	1.6	0.54
合計	28	19	6.0	2.1	26	18	6	2

- ・ なお、図表 5-33 で算出した幼木園 5 年の間に消費した水（間接的な水消費）は、図表 5-27 の考え方にに基づき、成木園寿命（25 年と仮定）で除した分を成木園一年あたり水消費量に按分する。
- ・ したがって、東海地域における幼木園での施肥（化学肥料）に係る間接的な水消費は、5 年間で 27.5m³/10a だが、これを成木園寿命 25 年で除した 1.1 m³/10a/年 (1.1×L/m²/年) を、原料調達段階（生葉生産段階）の栽培に係る直接的な水消費にカウントする。
- ・ この他、幼木園における管理作業は、施肥管理の他には、土壌管理として深耕や中耕、防風ネットの設置による防風・防寒対策等がある。
 - 上記に示した手順同様に、使用資材およびその使用量に水消費原単位を乗じることとで間接的な水消費量に換算する。

⁴⁹ 静岡県産業部（2008）茶生産指導指針よりみずほ情報総研作成

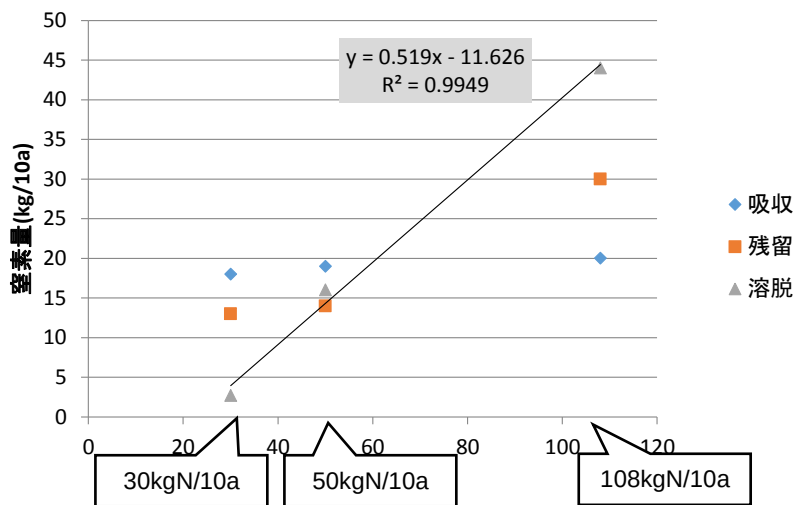
5.2.4. 原料調達段階における窒素溶脱量の推計

- ・ 茶園における窒素施肥量の違いによる、窒素収支等の研究事例は多数あることから、既存文献に基づく値を引用する。
 - 茶園における窒素収支を図表 5-34・図表 5-35 に、データ取得に係る実験条件を図表 5-36 に示す。
 - 施肥量にかかわらず茶樹への吸収量は 20kgN/10a 前後で推移するが、窒素肥料の投入量に応じて溶脱量が増える傾向がみられる。溶脱量に係る測定データが得られなかった場合、溶脱量は、図表 5-35 中に示す回帰直線で窒素施肥量から推定する。
 - なお、土壌残存する窒素成分は、中長期的に考えれば溶脱源となりうるが、評価対象範囲においては周囲の水源に影響を及ぼさないとして、水質への影響は溶脱した分のみに着目する。
 - また、間接的な窒素の環境排出として、肥料工場におけるロスや、電力発電時に発生する NO_x 等も考えられるが、本ケーススタディにおいては茶園から直接溶脱した窒素成分による影響が最も大きいと考えられることから、これらは評価対象外とする。



図表 5-34 年間施肥量の違いによる茶樹の窒素収支⁵⁰

⁵⁰ 廣野ら（2005）茶園における窒素収支と茶園地帯周辺水系の硝酸性窒素濃度の推移。30kgN/10a の施肥区では、吸収量、土壌残存量、溶脱量の合計値が施肥量を上回るが、原著においてこれは測定誤差によるものとされている。



図表 5-35 窒素施肥量の違いによる茶園の窒素収支

* 図中では、窒素施肥量に対する溶脱量の近似直線を記載している。

図表 5-36 データ取得に係る実験条件

調査期間	1997～2000 年
調査地点	静岡県 牧之原台地
土壌タイプ	黄色土
平均降水量	約 2400 mm
調査対象茶樹	やぶきた 5 年生
試験方法	ライシメーター(1.2×3.6×1.0m) による実測実験

5.2.5. 一次加工段階（荒茶加工・仕上げ加工）における水消費量

工場での水消費については、荒茶工場等、加工を行う工場の一次データが入手できれば、そのデータを用いて算出を行う。

(1) 直接的な水の消費

一次加工段階は、茶園で収穫された生葉を荒茶に加工する段階、そしてそれを仕上げていく段階である。

荒茶の加工段階については、基本的に「生葉を乾燥させていく工程」であることから、茶製品に対して直接水を大量投入することはないが、荒茶加工で生葉を蒸す際に生葉 1kg あたり 120ml の蒸気を当てている⁵¹。基本的には、上水を用いていると考えられるが、地下水を用いている工場等がある可能性もあり、水源の種類については個別データごとに設定する。

(2) 間接的な水の消費

荒茶加工では、乾燥した熱風をあてながら揉み込む工程があることから、熱風発生のためのエネルギーが必要となる。また、仕上げ乾燥では、火入れ乾燥、ふるい分け、切断による整形、選別等の工程を経て分類される。

荒茶工場で用いるエネルギーは、電力、LP ガス、重油等である。したがって、荒茶加工および仕上げ加工において要したこれらのエネルギー量を把握し、原単位を乗じることで間接的な水消費を算出する。

⁵¹製茶メーカーへのヒアリングに基づく。

5.3. ケーススタディにおける WFP の算定

5.3.1. ケーススタディにおけるインベントリデータの概要

ケーススタディの実施にあたり、茶園、荒茶工場、製品加工における一次データを事業者からのデータ提供いただいた。

図表 5-37 事業者からの一次データ入手状況

LC 段階		水消費		排水	データ提供元
		直接	間接		
茶園	幼木園	—	—	—	製茶メーカー
	成木園	△*1	○	—	
荒茶工場		○	○	—	飲料メーカー
製品加工		○	○	—	

*1 灌水、施肥、防除に使用した水量（農業用水）について情報提供いただいた。

- ・ 茶園および荒茶工場に係るデータについては、製茶メーカーより一次データを提供いただいた（図表 5-37）。
- ・ 緑茶製品製造段階に係るデータについては、1,000ml 紙パック入り緑茶飲料の製造に係る一次データおよび WFP 算定結果を製茶メーカーとは別の飲料メーカーより提供いただいた。
 - 緑茶製品製造段階の水消費インベントリは、東京都市大学伊坪研究室の水消費原単位に基づく計算結果である。
 - WFP については、TR F 手法に基づき算定されたものである。
- ・ 図表 5-37 において、オレンジで網掛けしたデータ項目（提供データに含まれない項目）については、「5.2 インベントリデータ整理の考え方」に従い、文献調査結果等の結果を参照してインベントリデータを推計する。
 - 成木園における直接的な水の利用については、灌水、施肥、防除に使用した水量（農業用水）のデータは提供いただいていることから、「茶樹の成長に係る直接的な水消費」を推計する。

本ケーススタディにおいては、静岡県内の茶園で生産され、静岡県内の工場で加工された茶葉を使用した 1,000ml 紙パック入りの緑茶飲料を想定して、ケーススタディを実施する。

◆ 茶園及び荒茶工場における提供一次データ

- ・ データ提供をいただいた製茶メーカーが管理する茶園のうち、静岡県内の自社農園（以下、単に「茶園」という）で生産され、静岡県内の荒茶工場で荒茶加工された荒茶を評価対象とする。
- ・ また、製茶メーカーへのヒアリングに基づく、工場外への茶埃・粉塵の飛散防止のために設置されたシャワーリングに使用された水が排水となる。
- ・ また、荒茶工場では、基本的に生葉を乾燥させる工程であることから、直接的に使用する水としては、蒸気として利用するものである。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

5.3.2. WFP 算定にかかるインベントリデータの整理

(1) 成木園における直接的な水消費の推計

茶園における降水由来の水消費量は、提供いただいた一次データには含まれないため、

5.2.2. (1) に基づき、推定する。

- ・ 茶園のある地域に該当する気象データをもとに、2014 年における降水および河川水の水消費量を算定した。
 - 気象データは、農業環境技術研究所の「モデル結合型作物気象データベース」⁵²の「静岡県（川根本町）」における 2014 年 4 月 1 日～2014 年 10 月 31 日の気象データを使用。
 - 作物係数 K_c は 1.00 として、月別に集計した蒸発散量を基準に、降水量および河川水の消費量を算定。
- ・ 4～10 月の蒸発散量は合計で 640 mm となった（図表 5-38）。
 - 上記手法でこれを賄う降水量及び河川水の消費量を推定した結果、いずれの月でも蒸発散量を降水量が上回るため、降水の消費は 640 mm、河川の消費は 0 mm との結果になった（荒茶 1kg あたりに換算すると、0.68m³/kg）。

図表 5-38 茶園における降水および河川水からの消費量の算定結果

月	月別降水量 P(mm)	蒸発散量 ET(mm/年)	降水量の消費 Crf(mm/年)	河川水の消費 Csw(mm/年)
4	213	79	79	0
5	174	119	119	0
6	144	104	104	0
7	292	122	122	0
8	452	94	94	0
9	321	77	77	0
10	564	45	45	0
合計	2,160	640	640	0

- ・ この他、茶園では施肥・防除に係る灌水として、荒茶 1kg あたり 0.04m³の上水（農業用水）を使用している。
- ・ 以上から、茶園で直接的な水の消費量は、に示す通り 0.72m³/kg（724L/kg）となる。

図表 5-39 茶園における直接的な水消費

LC 段階	サブタイトル	WFP インベントリ (m ³ /kg)				WFP インベントリ (L/kg)			
		水消費量	河川水	地下水	雨水	水消費量	河川水	地下水	雨水
茶園 (成木園)	直接的な水の消費	0.72	0.04	0	0.68	724	44	0	680

⁵² <http://meteocrop.dc.affrc.go.jp/>

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(2) 成木園における間接的な水消費の推計

茶園における作業・施肥にかかる一次データから、インベントリ換算した結果を図表 5-40 に示す。

図表 5-40 茶園における間接的な水消費

No	LC 段階	内容		単位	荒茶 1kg あたり一次データ	荒茶 1kg あたり経費 (円/kg)	水消費原単位 (m³/百万円)					WFP インベントリ (L/kg) *			
							原単位表の対応品目	水消費量	河川水	地下水	雨水	水消費量	河川水	地下水	雨水
1	茶園	肥料	化学肥料	kg	0.16	16	化学肥料	146	103	32	11	2.4	1.7	0.51	0.18
2			有機質肥料	kg	0.23	18	有機質肥料 (除別掲)	1,557	979	27	551	28	18	0.49	9.9
3		農薬		L	0.00	8.1	農薬	175	125	40	9	1.4	1.0	0.32	0.08
4		エネルギー	電力	kWh	0.13	3.4	事業用電力	59	43	3.9	12	0.20	0.15	1.3E-02	4.3E-02
5			ガソリン	kg	0.04	7.0	石油製品	86	61	7.4	18	0.60	0.42	5.2E-02	0.12
6			軽油	L	0.09	11	石油製品	86	61	7.4	18	0.92	0.65	0.08	0.19

* 相対的に水消費インベントリが大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

<インベントリ算出の単価等設定方法>

- 1 普通化成 N8%, P8%, K5%) 肥料の H26 年の全国平均価格 104 円/kg を使用
(http://www.hi-kei-ken.jp/hiryou/price/hiryou_2.html)
- 2 なたね油粕の H26 年の全国平均価格 80 円/kg を使用
(http://www.hi-kei-ken.jp/hiryou/price/hiryou_4.html)
- 3 茶園の防除暦より、基本防除に使用する農薬の平均単価 15,000 円/L を使用
- 4 新電力料金目安単価 27 円/kWh[H26 年 4 月 28 日より改定]を適用
- 5 石油製品価格調査「石油製品小売市況調査(都道府県別)」平成 27 年 11 月 5 日公表 ガソリン (レギュラー) の店頭現金価格 135 円 (10 月 26 日と 11 月 2 日の平均) を利用
(http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html#headline3)、また kg→L は比重 0.76 で換算
- 6 石油製品価格調査「石油製品小売市況調査(都道府県別)」平成 27 年 11 月 5 日公表 軽油の店頭現金価格 114 円 (10 月 26 日と 11 月 2 日の平均) を利用
(http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html#headline3)

(3) 幼木園における直接的な水消費の推計

- ・ 5.2.3. (1) に基づき、FAO の作物係数を用いて蒸発散量を推定し、幼木園における直接的な水消費を推計する。
- ・ 降水量が蒸発散量以上の場合、蒸発散量はすべて降水量で賄われると仮定し、これを降水からの消費量と考える。
- ・ また、降水量が蒸発散量よりも小さい場合は、不足分を灌水すると仮定して、降水量が降水からの消費量、不足分が河川水（表流水）からの消費量とみなす（図表 5-41）。
 - なお、成木園における直接的な水消費の推計は、月別に集計を降水量、蒸発散量を集計し、降水および河川水からの消費量を推計したが、幼木園においては成木園程根が張っていないため、土壌水分の利用効率が低いと考えられる。
 - したがって、幼木園においては、図表 5-41 の考え方をを用いて日別に判断し、推定するものとする。

図表 5-41 茶園の直接的な水消費量設定の考え方（再掲）

$$P \geq ET, C_{RF} = ET, C_{SW} = 0$$

$$P < ET, C_{RF} = P, C_{SW} = ET - P$$

P : 降水量、 ET =蒸発散量、 C_{RF} =降水からの消費量、 C_{SW} =河川水からの消費量

- ・ FAO における茶(tea)の作物係数 Kc_{ini} は 0.95 である⁵³。
 - 成長段階に合わせて作物係数を設定することが必要となるが、ここでは便宜的に幼木園の 5 年間は、作物係数 Kc_{ini} (0.95) を適用することとする。
- ・ 茶園の茶園寿命を 2014 年時点で 30 年目と仮定すると、1985～1989 年の 5 年間は幼木園とみなし、この 5 年間における茶園の降水量および蒸発散量から幼木園での直接的な水消費を推計する。
 - 幼木園での 5 年間で消費した降水および河川水の消費量を、成木園寿命 25 年で割り戻し、収量あたり消費量に換算した結果は図表 5-43 の通りである。

⁵³ “non-shaded” の値を採用

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

図表 5-42 幼木園における直接的な水消費の推計

西暦	降水の消費 (mm)	河川の消費 (mm)
1985	149	535
1986	131	571
1987	143	612
1988	156	535
1989	168	522
合計	597	2,240

図表 5-43 成木園一年あたりインベントリに追加計上する幼木園で消費した降水・河川水

項目	降水	河川水
消費量(mm)*1	23.9	89.6
荒茶収量あたり消費量(m ³ /kg)*2	0.03	0.10

* 図表 5-42 で推計した幼木園 5 年間で消費した水量を、成木園寿命 25 年で除して求めた。

* 消費量を、単位面積あたり荒茶生産量 (0.95kg/m²) で除して求めた。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(4) 幼木園における間接的な水消費の推計

- ・ 静岡県での幼木園における施肥基準は、図表 5-44 に示すとおりである。
 - 肥料に係る水消費合計値に図表 5-44 の定植年ごとの施肥割合を乗じた値の合計値を成木園寿命 25 年で割り、成木園での一年あたり水消費量に追加計上する（図表 5-46、図表 5-47）。

図表 5-44 幼木園の施肥量（再掲）⁵⁴

	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目
成木園に対する割合	50%	50%	70%	90%	100%
窒素施肥量 (kg/10a)	20	20	28	36	40

* 成木園の施肥基準は、窒素 40 kg/10a、リン酸 14 kg/10a、カリ 20 kg/10a

図表 5-45 茶園（成木園）での施肥に係る間接的な水消費量

LC 段階	内容		単位	荒茶 1kg あたり一次データ	WFP インベントリ (L/kg)			
					水消費量	河川水	地下水	雨水
茶園（成木園）	肥料	化学肥料	kg	0.16	2.4	1.7	0.51	0.2
		有機質肥料	kg	0.23	28	18	0.49	9.9
合計					30	19	1.0	10

* より一部抜粋。提供一次データから原単位表を用いて換算した施肥に係る間接的な水消費を示す。

図表 5-46 幼木園での化学肥料施肥に係る間接的な水消費の推計

幼木園年数	施肥量（成木園に対する割合）	WFP インベントリ (L/kg)			
		水消費量	河川水	地下水	雨水
1 年目	50%	1.2	0.84	0.26	0.09
2 年目	50%	1.2	0.84	0.26	0.09
3 年目	70%	1.7	1.2	0.36	0.12
4 年目	90%	2.1	1.5	0.46	0.16
5 年目	100%	2.4	1.7	0.51	0.18
合計		8.5	6.0	1.8	0.64
成木園一年あたりに按分する消費量		0.34	0.24	0.07	0.03

※成木園一年あたりに按分する幼木園での間接的な水消費量を黄色で網掛けしている。

図表 5-47 幼木園での有機質肥料施肥に係る間接的な水消費の推計

幼木園年数	施肥量（成木園に対する割合）	WFP インベントリ (L/kg)			
		水消費量	河川水	地下水	雨水
1 年目	50%	14	8.8	0.24	5.0
2 年目	50%	14	8.8	0.24	5.0
3 年目	70%	20	12	0.34	7.0
4 年目	90%	25	16	0.4	8.9
5 年目	100%	28	18	0.5	10
合計		101	64	1.8	36
成木園一年あたりに按分する消費量		4.0	2.5	0.07	1.4

※成木園一年あたりに按分する幼木園での間接的な水消費量を黄色で網掛けしている。

⁵⁴ 静岡県産業部（2008）茶生産指導指針よりみずほ情報総研作成

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

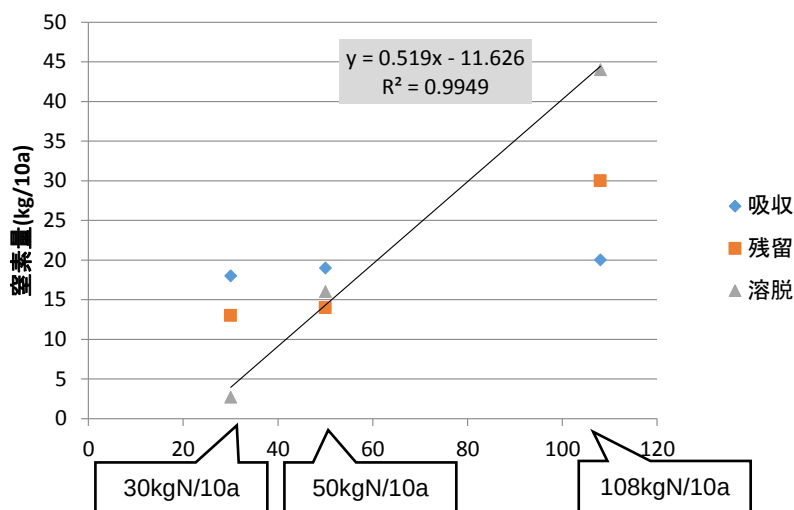
5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(5) 成木園における窒素溶脱量の推計

茶園においては、茶園の窒素収支や水質のモニタリングは実施していないことから、文献データに基づき水質への影響を推定する。

- 茶園における窒素施肥量のデータは得ていない。
 - そのため、茶園が立地する地域における施肥基準（40kgN/10a）が施肥されたと仮定する。
- 硝酸性窒素の溶脱量は、図表 5-48 に示す近似式より 40kgN/10a の場合、約 9.1kgN/10a の溶脱があると推定される（図表 5-49）。
 - 荒茶生産量あたりに換算すると、0.0097 kgN /kg となる。



図表 5-48 窒素施肥量の違いによる茶園の窒素収支（再掲）

* 図中では、溶脱量に対する近似直線を記載している。

図表 5-49 茶園からの窒素溶脱量の推計結果

項目	量	単位	備考
茶園施肥量	40	kgN /10a	静岡県の指導指針を参考
溶脱量	9.1	kgN /10a	回帰式から推計
	0.0097	kgN /kg	荒茶あたり溶脱量に換算

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(6) 荒茶工場における直接的な水消費の推計

提供一次データより、荒茶工場における直接的な水消費量は、蒸気用に利用する地下水で 0.001m³/kg（これが、荒茶工場における直接的な水消費となる。）

(7) 荒茶工場における間接的な水消費の推計

茶園における成木園での作業・施肥にかかる一次データから、インベントリ換算した結果を図表 5-50 に示す。

図表 5-50 荒茶工場における間接的な水の消費

No	LC 段階	サブタイトル		単位	荒茶 1kg あたり一 次データ	荒茶 1kg あ たり経費 (円/kg)	水消費原単位 (m³/百万円)					WFP インベントリ(L/kg) *1			
							原単位表の 対応品目	水消費量	河川水	地下水	雨水	水消費量	河川水	地下水	雨水
1	荒茶工場	エネルギー	電力*2	kWh	1.1	30	事業用電力	59	43	3.9	12	1.8	1.3	0.12	0.38
2			LPG	kg	0.12	41	石炭・原油・ 天然ガス	116	83	6.5	27	4.8	3.4	0.27	1.1
3			重油	L	0.70	62	石油製品	86	61	7.4	18	5.3	3.8	0.46	1.1
4			灯油	L	9.6E-04	0.07	石油製品	86	61	7.4	18	6.0E-03	4.3E-03	5.2E-04	1.2E-03

*1 相対的に水消費インベントリが大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

*2 静岡県は立地によって富士川以東は東京電力管轄、富士川以西は中部電力管轄となっているが、K 工場は中部電力管轄となる。中部電力の 2014 年発電実績では火力発電が 87.3%を占める。

<インベントリ算出の単価等設定方法>

- 1 新電力料金目安単価 27 円/kWh[H26 年 4 月 28 日より改定]を適用
- 2 流通段階における LP ガス価格の 2014 年の平均小売価格 339 円/kg (<http://www.j-lpgas.gr.jp/stat/kakaku/>)
- 3 石油製品価格調査「3. 産業用価格（軽油・A 重油）」平成 26 年 1 月~12 月の A 重油の全国平均価格 87.9 円/L
- 4 石油製品価格調査「石油製品小売市況調査(都道府県別)」平成 28 年 2 月公表 灯油の店頭および配達現金価格 72.6 円/L 円（1 月 25 日と 2 月 1 日の平均）(http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html#headline3)

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(8) 製品工場における水消費の整理

緑茶製品の製造工程における水消費および水消費計算結果に係る提供データを以下に示す（図表 5-51）。

図表 5-51 緑茶製品製造に係る水消費⁵⁵

内容			単位	製品あたり 一次データ	WFP インベントリ(L/製品)*1			
					水消費量*	河川水	地下水	雨水
紙容器	ペーパー		kg	2.1.E-02	2.2	1.4	2.6.E-02	0.74
	PE		kg	6.7.E-03	0.05	3.9.E-02	9.6.E-03	6.0.E-03
	アルミ		kg	1.4.E-03	2.1.E-02	1.5.E-02	3.0.E-03	3.3.E-03
	エクスキャップ	PP	kg	1.6.E-03	1.6.E-02	1.1.E-02	2.7.E-03	1.7.E-03
	キャップ用ホットメルト	PP	kg	1.9.E-04	1.8.E-03	1.3.E-03	3.2.E-04	2.0.E-04
カートン	カートン		kg	2.5.E-02	1.4	0.88	1.9.E-02	0.47
	カートン用ホットメルト	EVA	kg	2.8.E-04	1.5.E-03	1.1.E-03	2.7.E-04	1.7.E-04
添加物	L-アスコルビン酸ナトリウム		kg	6.4.E-04	0.14	0.08	4.5.E-03	0.06
	炭酸水素ナトリウム		kg	1.6.E-05	2.4.E-05	1.7.E-05	3.6.E-06	3.3.E-06
殺菌液	過酸化水素		kg	1.1.E-04	7.1.E-04	4.8.E-04	9.2.E-05	1.4.E-04
用水	イオン水（製品使用）		t	1.0.E-03	1.0	—	1.0	—
	ボイラー		t	3.0.E-04	0.30	—	0.30	—
	冷却水		t	4.1.E-03	4.1	—	4.1	—
	洗浄水		t	3.6.E-03	3.6	—	3.6	—
	イオン交換	塩酸	kg	4.0.E-04	2.7.E-04	2.0.E-04	4.0.E-05	3.7.E-05
		苛性ソーダ	kg	8.9.E-04	1.4.E-03	1.0.E-03	2.1.E-04	2.0.E-04
		イオン交換樹脂	kg	8.4.E-06	6.0.E-05	4.3.E-05	1.0.E-05	6.4.E-06
		次亜塩素酸ソーダ	kg	2.9.E-05	3.2.E-04	2.1.E-04	4.0.E-05	6.8.E-05
電力	電力*2		kWh	4.9.E-03	4.8.E-03	3.8.E-03	2.8.E-04	7.1.E-04
	廃水処理電力		kWh	6.1.E-02	0.06	4.7.E-02	3.5.E-03	8.9.E-03
			kWh	3.1.E-03	3.0.E-03	2.4.E-03	1.8.E-04	4.5.E-04
LNG	LNG		t	2.3.E-05	1.0.E-04	7.1.E-05	7.0.E-06	2.6.E-05
	廃水処理LNG		t	6.8.E-04	3.1.E-03	2.1.E-03	2.1.E-04	7.7.E-04

*1 相対的に WFP インベントリが大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

*2 製品工場が立地する地域の電力会社においては、2014 年発受電実績では火力発電が 87.3%を占める。

- 対象製品は、1,000ml の紙パック入り緑茶製品（1 本あたり 0.0085kg の茶葉を使用）に係る工場での水消費について、整理されたものである。
- 製品製造工程において、最も水消費量が多いのは、冷却水および洗浄水にかかる地下水である。

⁵⁵ 長野県工業技術総合センター提供資料

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

(9) 製品工場における排水及び廃棄物処理量の整理

において、緑茶製品製造時の排水処理に係る間接的な水消費を図表 5-52 に示す。

図表 5-52 緑茶製品製造時の排水処理にかかる間接的な水消費

内容		単位	製品 1 本あたり 一次データ	WFP インベントリ(L/製品)			
				水消費量	河川水	地下水	雨水
電力	廃水処理電力	kWh	3.1.E-03	3.0.E-03	2.4.E-03	1.8.E-04	4.5.E-04
LNG	廃水処理 LNG	t	6.8.E-04	3.1.E-03	2.1.E-03	2.1.E-04	7.7.E-04

また、製品工場における排水及び廃棄物処理の状況を下記に示す⁵⁶。

排水処理について

- ・ 排水は工場内で曝気処理し、排水基準を満たした上で排水している。
- ・ 排水量は、製品 1 個あたりに換算すると 3.26L である。
 - 年間のデータ（総排水量、当該製品の製造割合、当該製品年間生産量）から算出。
 - なお、工場では緑茶飲料のほかにも他の製品製造も扱っており、「総排水量」は他の製品の排水（果汁、野菜汁）を含む値となっている。（当該製品のみのデータは不明）
- ・ 汚泥発生量は、製品 1 個あたり $1.87 \times 10^{-3} \text{kg}$

廃棄物処理について

- ・ 廃棄物（茶殻）は脱水後、一部を地域の肥料として配っている。
 - 茶殻に係る実排出量についてのデータはないが、テーブルテストに基づく推計結果によれば、製品 1 個あたり 0.043kg 発生⁵⁷。
 - 製品 1 個あたりに使用する茶葉量よりも多いが、これは水分を含む湿重量であるためと想定される。
- ・ ペーパー（容器）に係る廃棄物は、製品 1 個あたり $0.75 \times 10^{-3} \text{kg}$
 - これはすべて固形燃料としてリサイクル使用している。
- ・ なお、カートンの廃棄物は 0kg である。

⁵⁶ 長野県工業技術総合センターへのヒアリングに基づく。

⁵⁷ 一定量の茶葉に対する茶葉重量のデータがないため、テーブルテストに基づく推定値としたもの。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

5.3.3. 緑茶製品に係る WFP 算定結果

5.3.2 で算出した各ライフサイクル段階におけるインベントリ集計結果を図表 5-53 に、1,000ml 紙パックの緑茶製品を想定した WFP 算定結果を図表 5-54 に示す。

(5.3 章では、荒茶 1kg あたりで水消費量を算定しているため、製品 1 本あたりに使用する茶葉の量 0.0085kg 分に換算して集計した。)

図表 5-53 ケーススタディにおける各ライフサイクル段階別インベントリ集計結果

No	LC 段階		内容		WFP インベントリ(L/製品)				備考	
					水消費量	河川水	地下水	雨水		
1	茶園(幼木園)		直接的消費		1.1	0.85	－	0.26	直接	
肥料			化学肥料	2.9E-03	2.1E-03	6.3E-04	2.2E-04	間接		
			有機質肥料	0.03	0.02	6.0E-04	1.2E-02	間接		
4	茶園(成木園)		直接的消費		6.2	0.37	－	5.8	直接	
肥料			化学肥料	0.02	1.4E-02	4.4E-03	1.5E-03	間接		
			有機質肥料	0.24	0.15	4.2E-03	0.08	間接		
農薬			1.2E-02	8.6E-03	2.8E-03	6.5E-04	間接			
エネルギー			電力	1.7E-03	1.2E-03	1.1E-04	3.6E-04	間接		
			ガソリン	5.1E-03	3.6E-03	4.4E-04	1.0E-03	間接		
			軽油	7.8E-03	5.6E-03	6.8E-04	1.6E-03	間接		
11			荒茶工場		蒸気		1.3E-02	0.0E+00	1.3E-02	0.0E+00
エネルギー	電力	0.02			1.1E-02	9.9E-04	3.2E-03	間接		
	LPG	0.04			0.03	2.3E-03	9.6E-03	間接		
	重油	0.05			0.03	3.9E-03	9.2E-03	間接		
	灯油	5.1E-05			3.6E-05	4.4E-06	1.0E-05	間接		
16	製品工場	紙容器	ペーパー		2.2	1.4	0.03	0.74	間接	
PE			0.05	0.04	9.6E-03	6.0E-03	間接			
アルミ			0.02	1.5E-02	3.0E-03	3.3E-03	間接			
エクスキューブ			P P	0.02	1.1E-02	2.7E-03	1.7E-03	間接		
キャップ用ホット メルト			P P	1.8E-03	1.3E-03	3.2E-04	2.0E-04	間接		
21		カートン	カートン		1.4	0.88	0.02	0.47	間接	
カートン用ホットメルト（E V A）			1.5E-03	1.1E-03	2.7E-04	1.7E-04	間接			
23		添加物	L－アスコルビン酸ナトリウム		0.14	0.08	4.5E-03	0.06	間接	
炭酸水素ナトリウム			2.4E-05	1.7E-05	3.6E-06	3.3E-06	間接			
25		殺菌液	過酸化水素		7.1E-04	4.8E-04	9.2E-05	1.4E-04	間接	
26		用水	イオン水（製品使用）		1.0	－	1.02	－	直接	
27			ボイラー		0.30	－	0.30	－	直接	
28			冷却水		4.1	－	4.11	－	直接	
29			洗浄水		3.6	－	3.62	－	直接	
30			イオン交換	塩酸	2.7E-04	2.0E-04	4.0E-05	3.7E-05	直接	
31		苛性ソーダ		1.4E-03	1.0E-03	2.1E-04	2.0E-04	直接		
32		イオン交換樹脂		6.0E-05	4.3E-05	1.0E-05	6.4E-06	直接		
33		次亜塩素酸ソーダ		3.2E-04	2.1E-04	4.0E-05	6.8E-05	直接		
34		電力	電力		4.8E-03	3.8E-03	2.8E-04	7.1E-04	直接	
35			電力		0.06	0.05	3.5E-03	8.9E-03	間接	
36			廃水処理電力		3.0E-03	2.4E-03	1.8E-04	4.5E-04	間接	
37			LNG	L N G		1.0E-04	7.1E-05	7.0E-06	2.6E-05	間接
38				廃水処理L N G		3.1E-03	2.1E-03	2.1E-04	7.7E-04	間接

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

図表 5-54 ライフサイクル別・水源の種類別 WFP インベントリ

LC 段階	WFP インベントリ (L/製品)			
	河川水	地下水	雨水	合計
茶園(幼木園)	0.88	0.0012	0.27	1.1
茶園(成木園)	4.9	0.012	1.54	6.5
荒茶工場	0.072	0.020	0.022	0.1
製品工場	2.5	9.1	1.3	13
合計	4.0	9.2	7.5	21

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。
また、0.01 以下を指数表示にしている。

- ・ ライフサイクル段階の項目別にみると、最もインベントリが多いのは茶園（成木園）における直接的な水消費（No.4）であり、次いで製品工場の用水（冷却水および洗浄水）（No.28 および No.29）が多い（図表 5-53）。
- ・ ライフサイクル段階別・水源の種類別にみると、茶園（成木園）における降水の消費、製品工場における地下水の消費が多い（図表 5-54）。
- ・ いずれも「直接的な水の消費」が製品製造全体において多い傾向がみられる。

◆ TR F 手法に基づく水量 WFP 算定結果

TR F 手法に基づく特性化係数を図表 5-55 に、特性化係数を考慮した WFP 算定結果を図表 5-56 に示す。

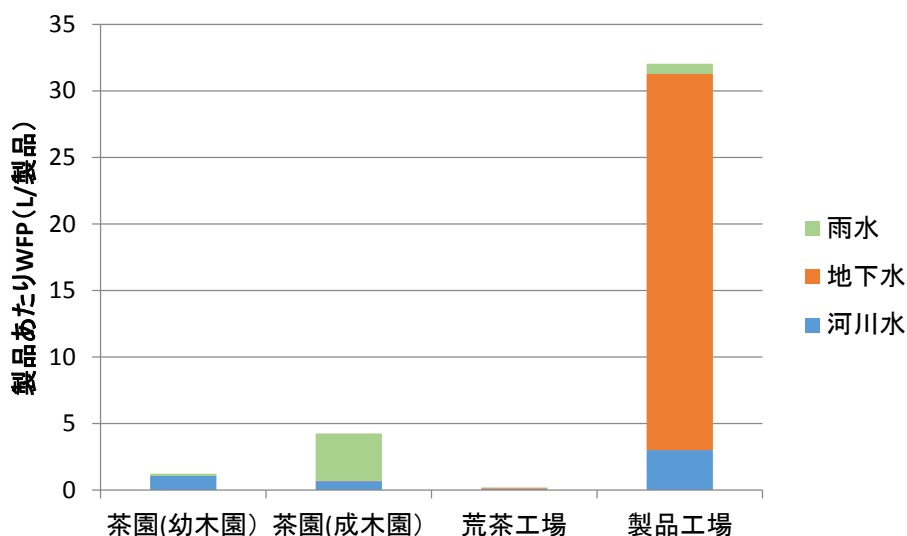
図表 5-55 TR F 手法に基づく日本の特性化係数⁵⁸

河川水	地下水	降水
1.2	3.1	0.6

図表 5-56 ライフサイクル段階別・水源の種類別 WFP 算定結果

LC 段階	WFP (L/製品)			
	河川水	地下水	雨水	合計
茶園(幼木園)	1.1	3.8E-03	0.16	1.2
茶園(成木園)	0.67	3.9E-02	3.5	4.2
荒茶工場	8.7E-02	6.2E-02	1.3E-02	0.2
製品工場	3.0	28	0.77	32
合計	4.8	28	4.5	38

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。



図表 5-57 各ライフサイクル段階別 WFP 算定結果

- ・ 本ケーススタディにおける水量の影響は製品 1 個あたり 38L となる。
 - TR F 手法に基づく日本の特性化係数は、降水が 1 未満、河川および地下水が 1 以上となっている（図表 5-55）。したがって、WFP インベントリのうち、河川および地下水の消費について影響が大きくなる。

⁵⁸ 矢野ら(2014):全球水資源モデルを用いて水源の違いを考慮した水資源への影響に関する特性化係数の開発。原著では、国全体での特性化係数と灌漑農地の特性化係数に分けて整理されているが、日本の特性化係数は両者同じであるため、ここでは土地利用の形態を分けずに表示した。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

- ・ ライフサイクル段階別にみると、全 WFP のうち約 84%を製品工場が、約 11%を茶園（成木園）が占める。
- ・ 水源の種類別にみると、全 WFP のうち約 74%を地下水が、約 12%を河川水が占める。
- ・ 以上から、製品工場における地下水の消費が多いことが示されたが、ケーススタディの対象とした製品工場では、工場が立地する地域の地下水保全条例に基づき、地下水涵養にかかる取組も実施している（具体的な涵養量については非公開）。
 - また、製品工場でインベントリの大きい冷却水や洗浄水について、当該工場では再利用を常時行っており、インベントリで 3.1%、WFP で 6.3%削減している⁵⁹。
 - 5.1.2 に示す通り、ISO14046 では「異なる地点におけるオフセット」は認められていないが、同じ敷地内で地下浸透の取組を実施している場合は、取水地点と同じ場所でオフセットしているとみなし、地下浸透量分を差し引く考え方も可能である。
 - そのため、涵養量に特性化係数を乗じた値を、図表 5-56 に示す製品工場の地下水に係る WFP から差し引くことで、工場におけるオフセットの取組を「見える化」することができる。
 - ただし、工場全体としての「涵養量」を製品あたりに換算するに当たっては、当該工場で製造する製品の生産量のうち、当該製品に係る生産量で按分する等の処理が必要である。

⁵⁹ 長野県工業技術総合センター提供資料

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.3 ケーススタディにおける WFP の算定

◆ TRIに基づく水質 WFP 算定結果

TR I 手法における硝酸態窒素の特性化係数は環境基準に基づき、0.1L/ mg (100,000m³/kgN) である。

図表 5-58 および図表 5-59 より、本ケーススタディにおける水質への窒素の影響は 8.3L/製品)となる。

図表 5-58 茶園からの窒素溶脱量の推計結果

項目	量	単位	備考
溶脱量	0.0097	kgN /kg	荒茶あたり溶脱量に換算

図表 5-59 茶園における水質 WFP 算定結果

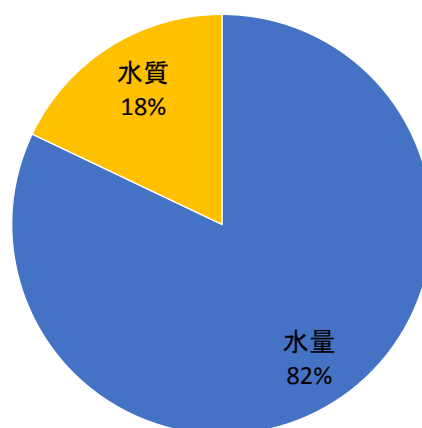
製品あたり溶脱量 (kgN/製品)	特性化係数 (L/kgN)	製品あたり 水質 WFP (L/製品)
8.3E-05	100,000	8.3

◆ 1,000ml 紙パック緑茶製品にかかる水量および水質 WFP

以上、算定した 1,000ml 紙パック緑茶製品にかかる水量及び水質 WFP は下記の通り。

図表 5-60 1,000ml 紙パック緑茶製品の WFP

項目	WFP (L/製品)	割合
水量	38	83%
水質	8.3	17%



図表 5-61 製品あたりに係る水量および水質 WFP の割合

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

5.4. “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

5.4.1. 茶園における“こだわりの取組”の整理

茶園においては、窒素施肥量の使用量の多さが指摘されており（図表 5-62）、施肥量削減や施肥効率の向上を目的とした取組が進められてきた。

図表 5-62 営農類型別の経営費に占める肥料費の割合⁶⁰

1 戸あたり・個別経営	水田	畑作	露地野菜	果樹	茶	施設野菜
平均経営耕地面積(a)	171	495	181	152	134	211
経営費(千円)	1,432	4,268	2,608	2,646	2,174	5,475
うち肥料費(千円)	126	709	320	236	535	447
(参考) 円/10a	7,368	14,323	17,680	15,526	39,925	21,185
肥料費の占める割合(%)	8.8	16.6	12.3	8.9	24.6	8.2

- ・ 茶園における窒素施肥量は、明治から昭和初期にかけては、10kgN/10a 程度であったが、昭和 40 年代以降“茶のうまみ”を追求するために多量の窒素施肥が行われるようになり、昭和 50 年代には 120kgN/10a に達している。
 - 多量の窒素施肥が行われるようになった背景には、高級茶志向があるとされている。“茶のうまみ”の主要成分であるテアニンは、過剰に吸収された窒素形態と考えられており、茶葉への窒素含有量を増やすために、多肥栽培が行なわれた経緯がある。
- ・ 静岡県では施肥基準の見直しが行われ、現在成木園における施肥基準は、窒素量で 40kgN/10a までの削減を目標としている（図表 5-63）⁶¹。
- ・ 鹿児島県では、平成 9 年時点で窒素施肥量 70kgN/10a 以下であったが、平成 12 年以降 50kgN/10a 以下を施肥基準としている。

図表 5-63 静岡県における茶園の施肥基準の見直し状況⁶²

年度	対象茶園	施肥基準 (kg/10a)		
		窒素	リン酸	カリウム
平成 7 年	普通成木園	54	18	27
	生育良好園	80	27	40
平成 11 年	普通成木園	54	18	27
	多収成木園	66	20	30
平成 14 年	成木園（一本化）	54	18	27
平成 22 年（目標）	成木園（一本化）	40	14	20

⁶⁰ 農林水産省 18 年営農類型別経営統計

⁶¹ 静岡県（2009）持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック

⁶² 農林水産省（2009）茶生産における施肥の現状と課題より引用、一部みずほ情報総研が加筆

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

以上の背景をふまえ、茶園における環境配慮の取組を“こだわりの取組”と位置付け、これらの取組による WFP 削減効果を推計・整理した。ケーススタディで検討する“こだわりの取組”を図表 5-64 に示す。

図表 5-64 に示す“こだわりの取組”について、慣行栽培と比べた場合の WFP の変化を算定・整理した。

なお、“こだわりの取組”は茶園で実施するものであることから、基本的にライフサイクルのうち茶園（成木園）で差が出るものと考えられる。したがって、以下には茶園（成木園）を対象として算定した結果を示す。

図表 5-64 茶園における“こだわりの取組”と WFP 削減効果の整理

No (見出し 番号)	“こだわりの取組”		概要	取組による WFP 削減効果 ^{*1} ◎○：茶園全体で削減効果あり ^{*2} △：取組に係る部分のみで効果あり ×：削減効果なし			その他の影響 ①茶の収量・品質への影響 ②追加コスト等の制約 ③労力への影響
				水量		水質	
				直接	間接		
1 (5.4.2)	施肥量削減	施肥量削減の取組	窒素肥料の投入量を従来よりも減らして栽培する方法。	—	△	○ 30%減	①施肥量削減による収量・品質確保が課題 ②追加コストなし ③施肥量削減により労働時間が短縮（ただし、収量が下がった場合労働効率は低下の可能性あり）
2 (5.4.2)	肥料の種類変更	被覆型肥料使用の取組	肥効調整型の被覆型肥料を使用することで、施肥効率を高めるとともに施肥量・施肥回数を減らす方法。	—	△	◎ 62%減	①施肥量削減による収量・品質確保が課題 ②肥料の種類変更による施肥費用に影響 ③施肥量削減により労働時間が短縮（ただし、収量が下がった場合労働効率は低下の可能性あり）
3 (5.4.3)	肥料の種類変更	石灰窒素使用の取組	肥料に含まれる窒素成分の硝酸化成抑制効果を有する石灰窒素を配合し、全体として窒素施肥量を削減する方法。	—	○ 1.2%減	○ 45%減	①施肥量削減による収量・品質確保が課題 ②肥料の種類変更による施肥費用に影響 ③施肥量は削減するが、石灰窒素は重く、散布に当たっては労働の負荷となる可能性はある。
4 (5.4.4)	散布方法の工夫	液肥の樹幹下施用の取組	液肥を樹幹下に点滴施肥することで、肥効を高める方法。	—	—	◎ 96%減	①肥料効率の向上により、収量向上が期待される ②点滴灌水設備導入に伴うコストが発生 ③施肥の作業時間短縮、および収量の向上による労働効率の向上が期待される

第II部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

No (見出し 番号)	“こだわりの取組”		概要	取組による WFP 削減効果*1 ◎○：茶園全体で削減効果あり*2 △：取組に係る部分のみで効果あり ×：削減効果なし			その他の影響 ①茶の収量・品質への影響 ②追加コスト等の制約 ③労力への影響
				水量		水質	
				直接	間接		
5 (5.4.5)	散布方法 の工夫	畝間へのマルチ ングの取組	畝間にマルチング をして窒素肥料の 溶脱(ロス)を防ぐ方 法。	—	△	◎ 60%減	①特になし(慣行区と同等の収量が期 待される) ②マルチの費用は発生するが、トータ ルで肥料費は削減 ③マルチ敷設にかかる作業が発生する が、施肥に係る労働時間は慣行施肥に 比べ半分以下
6 (5.4.6)	節水	節水型散水氷 結防霜法の取 組	散水氷結法による 防霜対策で、無駄 な散水を防止し、使 用水量を削減する 方法。	○ 29%減	—	—	①特になし ②気温探知のセンサー導入の必要 ③特になし
7 (5.4.7)	節電	防霜ファン節電 の取組	従来制御と同程度 の防霜効果を維持 しつつ、稼働時間を 短縮する方法。	—	△	△	①特になし(慣行区と同等の収量が期 待される) ②従来制御の防霜ファンの制御盤のサ ーモスタットを、気温差制御が可能なも のに変更 ③特になし
8 (5.4.8)	農薬使用 量削減	スプリンクラー散 水による防除の 取組	一番茶摘採時に発 生するカンザワハダ ニの防除に、化学 農薬を使用せず、 散水して防除する 方法	×	—	(○)	①施肥量削減による収量・品質確保 が課題 ②スプリンクラーが無い場合は、設置に 係る設備投資が必要 ③特になし(ただし、収量が下がった 場合労働効率は低下の可能性あり)
9 (5.4.9)	茶園排水 の浄化	水生植物帯利 用による茶園排 水の浄化の取 組	ヨシ等の水生植物 帯を茶園下方部に 設置し、茶園からの 湧水を流入・浄化さ せる方法。	—	—	◎ 92%減	①特になし ②水生植物帯の立地確保、設置投資 が必要 ③水生植物帯の管理労力が発生
10 (5.4.9)	茶園排水 の浄化	水田の活用によ る茶園排水の浄 化の取組	茶園からの流出水 を水田(休耕田含 む)に引き入れ、茶 園排水の浄化を行 う方法。	—	—	◎ 92%減	①特になし ②水田への流出水引き入れのための 水路設備が必要 ③特になし

*1 「こだわりの取組」の WFP の方が慣行栽培に比べて小さい場合 (WFP が減った場合) に赤で、大きい場合 (WFP が増えた場合) に青で網掛けしている。

*2 事例にもとづく削減効果の最大値を示している。削減効果 50%以上で◎、それ未満は○で表示した。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

5.4.2. 施肥量削減および肥効調整型肥料使用の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.1 及び 2 に関して、下記の事例を元に WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-65 に、事例における施肥体系を図表 5-66 に示す。

図表 5-65 “こだわりの取組” No.1 及び 2 に関する参考事例の概要

文献名	茶園における減肥の窒素負荷低減効果
雑誌名	熊本県農業研究センター研究報告
著者	甲木哲哉，城秀信
発行年	2003 年
調査対象地域	熊本県茶業研究センター茶業研究所内
調査対象年	1996～2001 年
調査対象とする茶園	やぶきた（2 年生）
備考	✓ ライシメーター試験により減肥体系と観光施肥体系、および被覆型肥料を利用する慣行施肥体系の減肥効果を検証した事例

図表 5-66 慣行区と肥効調整型肥料使用区における施肥体系⁶³

項目（kg/10a/年）		慣行区		肥効調整型肥料使用区		
		N45 施用区	N60 施用区	N30 施用区	N45 施用区	N60 施用区
窒素施肥量	有機配合	27	36	12.5	20.25	27
	硫安	18	24	1.5	4.5	6
	被覆尿素	—	—	15	20.25	27
	合計	45	60	29	45	60
平均窒素溶脱量 ^{*1}		16.05	25.5	9.4	13.8	27.5
生葉収量（一番茶+二番茶）		630	690	670	760	1,020

*1 平均窒素溶脱量及び生葉収量について、慣行 N45 区および慣行 N60 区は 1996～2001 年の平均、肥効 N30 区は 1996～1998 年の平均、肥効 N45 区および肥効 N60 区 1999～2001 年の平均、それ以外は 1996～1998 年の平均値である。

< 肥料の概要 >

- ・ 慣行肥料においては、有機質肥料及び硫安を施用。
 - 有機質肥料は、なたね油粕、フェザーミール、魚粕、硫安、燐安、硫マグを含み、有機率 53%のもの。
 - 肥効調整型肥料は、被覆尿素（リニア 70 日タイプ）を使用。

- ・ 窒素施肥量 60kgN /10a/年を標準施肥量とし、窒素施肥 25%減肥した施用区（慣行 N45 区）との違いを比較している。
- ・ また、肥料の一部を肥効調整型の被覆尿素に変えて標準施肥量の施肥を行った施用区（肥効 N60 区）、さらに 25%減肥した施用区（肥効 N45 区）、50%減肥した施用区（肥効 N30 区）についても比較している。

⁶³ 甲木ら（2003）茶園における減肥による窒素負荷低減効果

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

- ・ 慣行区において、標準施用区（慣行 N60 区）と慣行 N45 区を比較すると、窒素溶脱量が 7%減少する。
- ・ 慣行区と肥効調整型肥料使用区を比較すると、慣行 N60 区と肥効 N60 区の比較では 66%、慣行 N45 区と肥効 N45 区の比較では 46%の窒素溶脱量が減少する。
- ・ 慣行 N60 区と肥効 N30 区を比較した場合は 42%窒素溶脱量が減少する。

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-67 に、インベントリ集計結果を図表 5-68 に示す。

図表 5-67 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法													
水量	直接的な水の消費	1996～2001 年における熊本県（甲佐）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。 （両試験区での蒸発散量は同じと仮定。） <table><tr><th rowspan="2">試験区</th><th rowspan="2">期間</th><th rowspan="2">蒸発散量(mm)</th><th colspan="2">消費量（mm）</th></tr><tr><th>降水</th><th>河川水</th></tr><tr><td>慣行区</td><td rowspan="2">1996 ～ 2001 年</td><td rowspan="2">514</td><td rowspan="2">469</td><td rowspan="2">45</td></tr><tr><td>気温差制御区</td></tr></table> - なお、茶園において灌水は行わないと仮定。	試験区	期間	蒸発散量(mm)	消費量（mm）		降水	河川水	慣行区	1996 ～ 2001 年	514	469	45	気温差制御区
	試験区	期間				蒸発散量(mm)	消費量（mm）								
降水			河川水												
慣行区	1996 ～ 2001 年	514	469	45											
気温差制御区															
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-66 に示す施肥体系より、水消費原単位を乗じて推計。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「スプリンクラー使用地域（南九州を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。													
水質		図表 5-66 より各試験区の平均溶脱量を引用。													

第II部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

図表 5-68 慣行区と肥効調整型肥料使用区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区		内容		WFP インベントリ(L/kg)				備考
				水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	N45 施用区	直接的消費		816	72	—	745	直接
		肥料	有機配合	5.3	3.4	0.1	1.9	間接
			硫安	0.43	0.3	0.1	3.2E-02	間接
		エネルギー	ガソリン	7.1E-03	4.4E-03	1.8E-03	8.9E-04	間接
			軽油	0.09	0.07	2.1E-02	8.9E-04	間接
			電力	4.0E-02	3.0E-02	9.0E-03	8.9E-04	間接
	N60 施用区	直接的消費		745	66	—	680	直接
		肥料	有機配合	6.5	4.1	0.11	2.3	間接
			硫安	0.53	0.4	0.11	3.9E-02	間接
		エネルギー	ガソリン	6.5E-03	4.1E-03	1.6E-03	8.1E-04	間接
			軽油	0.09	0.06	1.9E-02	9.6E-03	間接
			電力	4.3E-02	2.8E-02	8.3E-03	6.9E-03	間接
肥効調整型	N30 施用区	直接的消費		768	68	—	700	直接
		肥料	有機配合	2.3	1.5	4.0E-02	0.8	間接
			硫安	3.4E-02	2.4E-02	7.4E-03	2.5E-03	間接
			被覆尿素	0.34	0.24	0.07	2.5E-02	間接
		エネルギー	ガソリン	6.7E-03	4.2E-03	1.7E-03	8.4E-04	間接
			軽油	0.10	0.07	2.0E-02	9.9E-03	間接
			電力	4.4E-02	2.8E-02	8.5E-03	7.1E-03	間接
	N45 施用区	直接的消費		677	60	—	617	直接
		肥料	有機配合	3.3	2.1	0.1	1.2	間接
			硫安	0.09	0.06	1.9E-02	6.7E-03	間接
			被覆尿素	0.40	0.29	0.09	3.0E-02	間接
		エネルギー	ガソリン	5.9E-03	3.7E-03	1.5E-03	7.4E-04	間接
			軽油	0.08	0.06	1.7E-02	8.7E-03	間接
	N60 施用区	直接的消費		504	44	—	460	直接
		肥料	有機配合	3.3	2.1	0.1	1.2	間接
			硫安	0.09	0.06	1.9E-02	6.7E-03	間接
			被覆尿素	0.40	0.28	0.09	3.0E-02	間接
		エネルギー	ガソリン	4.4E-03	2.7E-03	1.1E-03	5.5E-04	間接
			軽油	0.06	4.3E-02	1.3E-02	6.5E-03	間接
			電力	2.9E-02	1.9E-02	5.6E-03	4.7E-03	間接

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

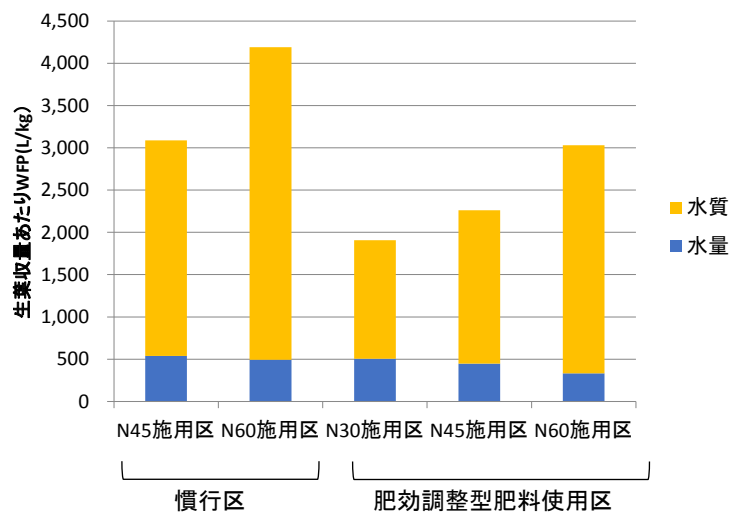
5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

◆ 茶園における WFP 算定結果

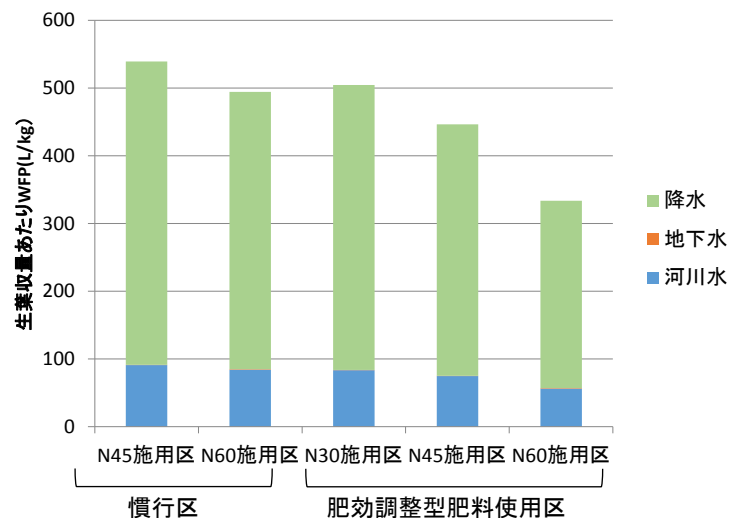
慣行区と肥効型肥料使用区における WFP 算定結果を図表 5-69、図表 5-70、図表 5-71、図表 5-74 に示す。

図表 5-69 慣行区と肥効調整型肥料使用区の茶園における WFP 算定結果

試験区		水量 WFP(L/kg)				水質 WFP(L/kg)
		水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	N45 施用区	539	91	0.68	448	2,548
	N60 施用区	494	84	0.79	409	3,696
肥効調整型	N30 施用区	504	83	0.47	421	1,403
	N45 施用区	446	74	0.59	371	1,816
	N60 施用区	333	56	0.57	277	2,696



図表 5-70 慣行区と肥効調整型肥料使用区の茶園における WFP の比較

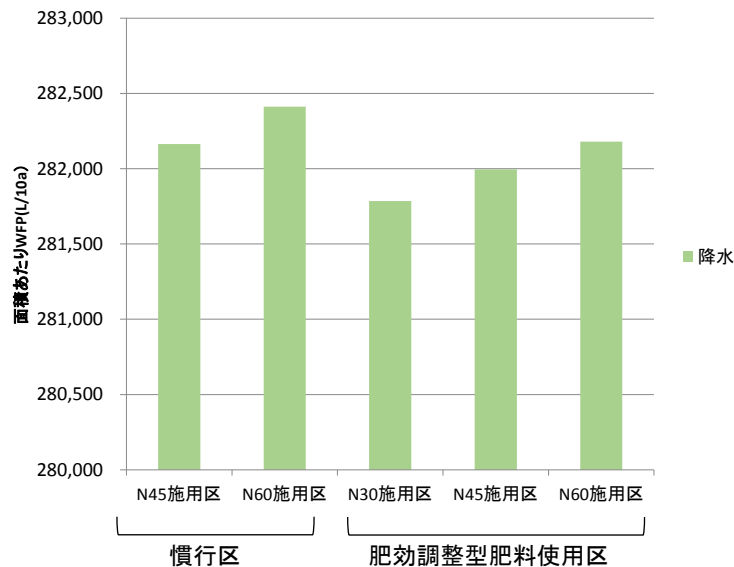


図表 5-71 慣行区と肥効調整型肥料使用区の茶園における WFP の比較（水量抜粋）

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討



図表 5-72 慣行区と肥効調整型肥料使用区の茶園における面積あたり WFP（水量抜粋）

*寄与が大きい降水由来分のみを抜粋している。

- ・ 施肥に係る WFP を比較すると、慣行区より肥効調整型肥料使用区の WFP が小さい（図表 5-70）。
 - 施肥に係る WFP の大小は溶脱量の大小に比例し、肥効調整型肥料使用区の中では、施肥量が少ない程 WFP が小さい。
 - 同じ施肥体系で、施肥量の違う試験区を比較すると、窒素施肥量が少ない慣行区（N45 施用区）の方が慣行区（N60 施用区）よりも、31%水質 WFP が小さい。
 - 窒素施肥量は同じだが、施肥の種類が異なる試験区を比較すると、肥効調整型肥料使用区（N60 施用区）の方が、慣行区（N60 施用区）よりも 27%水質 WFP が小さい。
 - 最も水質 WFP で削減効果がみられたのは、慣行区（N60 施用区）と肥効調整型肥料使用区（N30 施用区）の比較で、後者の水質 WFP が 62%小さい。
- ・ 水量 WFP に着目して、茶園での施肥に係る水量 WFP を比較すると、慣行区に比べて肥効調整型肥料使用区の水質 WFP の方が小さい（図表 5-71）。
 - ただし、慣行区同士、肥効調整型肥料使用区同士で比較すると、窒素施肥量が多い程、WFP が小さい傾向がある。
 - これは算定結果を生葉収量あたりで表示しているためであり、図表 5-66 に示す通り、窒素施肥量が多い程生葉収量が多いためである。
- ・ 表示単位を単位面積あたりで示すと、慣行区に比べて肥効調整型肥料使用区の方が小さく、また施肥量が少ない程 WFP が小さい傾向となる（図表 5-72）。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

5.4.3. 石灰窒素使用による施肥量削減の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組”No.3 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-73 および図表 5-74 に示す。

図表 5-73 “こだわりの取組” No.3 に関する参考事例の概要

文献名	石灰窒素配合肥料を利用した窒素低投入型施肥体系
雑誌名	熊本県農業研究センター茶業研究所
著者	甲木 哲哉
発行年	2005 年
調査対象地域	(記載なし)
調査対象年	2000～2002 年
調査対象とする茶園	やぶきた 26 年生茶園
備考	✓ 窒素の硝化抑制効果や有機態窒素の無機化促進等の効果を持つ石灰窒素肥料を用いて、窒素低投入型施肥体系について検討した事例。

図表 5-74 慣行区における施肥体系⁶⁴

施肥の 時期	肥料種類*		施肥量(kg/10a)			
			N	P	K	合計
春肥 1	油粕	有機質肥料	11	4	2	17
春肥 2	魚粕	有機質肥料	6.4	2.4	2.4	11
芽出肥	尿素	化学肥料	9.2	—	—	9.2
夏肥 1	尿素	化学肥料	9.2	—	—	9.2
夏肥 2	尿素	化学肥料	9.2	—	—	9.2
秋肥 1	有機配合	有機質肥料	7.2	4.8	3.2	15
秋肥 2	油粕	有機質肥料	11	4	2	17
合計			62	15	9.6	87

* 肥料種類について、「有機質肥料」と「化学肥料」の別はみずほ情報総研が追記した。

図表 5-75 石灰窒素使用区における施肥体系

施肥の 時期	肥料種類*		施肥量(kg/10a)			
			N	P	K	合計
春肥 1	有機配合	有機質肥料	7.2	4.8	3.2	15
春肥 2	石灰窒素配合 1	化学肥料	9.6	4.8	4.8	19
芽出肥	硫安	化学肥料	4.2	—	—	4.2
夏肥 1	石灰窒素配合 2	化学肥料	9	0.6	—	9.6
夏肥 2	—	—	—	—	—	—
秋肥 1	石灰窒素配合 1	化学肥料	7.2	3.6	3.6	14
秋肥 2	石灰窒素配合 1	化学肥料	7.2	3.6	3.6	14
合計			44	17	15	77

* 肥料種類について、「有機質肥料」と「化学肥料」の別はみずほ情報総研が追記した。

⁶⁴ 甲木（2005）石灰窒素配合肥料を利用した窒素低投入型施肥体系

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

図表 5-76 慣行区と石灰窒素使用区における一番茶・二番茶の収量

茶期	生葉収量 (kg/10a)	
	慣行区	石灰窒素使用区
一番茶	668	683
二番茶	556	540
合計	1,224	1,223

- ・ 慣行区(窒素施肥量 62kg/10a)に対して、石灰窒素の使用により窒素施肥量を 44 kg/10a に減らした石灰窒素使用区との比較をした事例である。
- ・ 施肥の違いにかかわらず、一番茶および二番茶の生葉収量はほぼ同じである。

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-77 に、インベントリ集計結果を図表 5-78 に示す。

図表 5-77 慣行区と石灰窒素使用区のインベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法								
水量	直接的な水の消費	2000～2002 年における熊本県（甲佐）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。（両試験区での蒸発散量は同じと仮定。）	試験区	期間	蒸発散量(mm)	消費量（mm）				
						降水	河川水			
						慣行区	2000 ～ 2002 年	548	498	50
						石灰窒素使用区				
間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-74 および図表 5-75 に示す施肥体系より、水消費原単位を乗じて推計。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「スプリンクラー使用地域（南九州を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。	なお、茶園において灌水は行わないと仮定。								
		水質	各試験区の窒素施肥量から、推定式を用いて平均溶脱量を推計。							

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

図表 5-78 慣行区と石灰窒素使用区の花園におけるインベントリ集計結果

試験区	内容		WFP インベントリ (L/kg)				備考
			水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	直接的消費		448	41	—	407	直接
	肥料	化学肥料	0.34	0.24	0.07	2.6E-02	間接
		有機質肥料	6.1	3.8	0.11	2.1	間接
	エネルギー	ガソリン	3.7E-03	2.3E-03	9.2E-04	4.6E-04	間接
		軽油	0.05	3.6E-02	1.1E-02	5.4E-03	間接
		電力	2.4E-02	1.6E-02	4.7E-03	3.9E-03	間接
石灰窒素使用区	直接的消費		448	41	—	407	直接
	肥料	化学肥料	0.77	0.54	0.17	0.06	間接
		有機質肥料	1.5	1.0	2.7E-02	0.55	間接
	エネルギー	ガソリン	3.7E-03	2.3E-03	9.2E-04	4.6E-04	間接
		軽油	0.05	3.6E-02	1.1E-02	5.4E-03	間接
		電力	2.4E-02	1.6E-02	4.7E-03	3.9E-03	間接

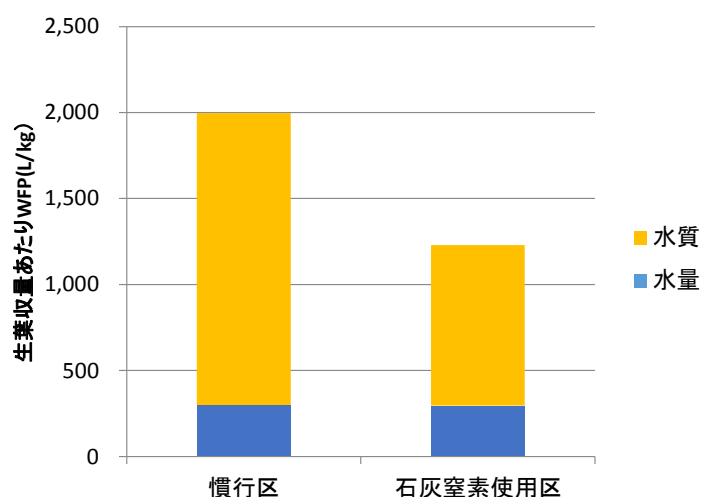
* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

◆ 茶園（成木園）における WFP 算定結果

慣行区と石灰窒素使用区における WFP 算定結果を図表 5-79、図表 5-82、図表 5-81 に示す。

図表 5-79 慣行区と石灰肥料使用区の花園における WFP 算定結果

試験区	水量 WFP(L/kg)				水質 WFP(L/kg)
	水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	300	54	0.61	245	1,696
石灰窒素使用区	296	51	0.65	245	934

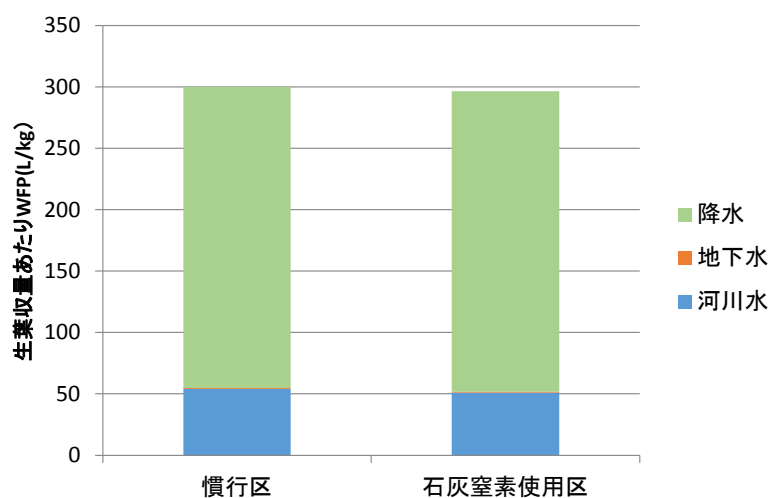


図表 5-80 慣行区および石灰窒素使用区の花園における WFP の比較

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討



図表 5-81 慣行区および石灰窒素使用区の WFP の比較（水量抜粋）

- ・ 施肥に係る WFP を比較すると、慣行区より石灰窒素使用区の WFP が小さい（図表 5-80）。
 - 水量 WFP では 1.2%、水質 WFP では 45%の削減効果がある。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

5.4.4. 点滴灌漑実施の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組”NO.4 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。
参照する事例の概要を図表 5-82、図表 5-83、図表 5-84 に示す。

図表 5-82 “こだわりの取組” No.4 に関する参考事例の概要

文献名	てん茶園における点滴施肥栽培
雑誌名	茶業研究報告 Vol. 2005
著者	木下忠孝, 辻正樹
発行年	2005 年
調査対象地域	愛知県農業総合試験場東三河農業研究所のてん茶園
調査対象年	2001～2003 年
調査対象とする茶園	やぶきた (31 年生)
備考	✓ てん茶園への点滴施肥栽培の導入の可能性を検討するために、慣行区と点滴施肥区 (窒素施肥量 25kg/10a と 50kg/10a) について収量の違いを比較した事例。

図表 5-83 慣行区と点滴施肥区における施肥体系⁶⁵

施肥量		肥料種類	窒素施肥量 (kgN/10a)	一番茶収量* (kg/10a)
慣行区		有機質肥料	69	679
点滴施肥	N50 区	化学肥料	50	1,026
	N25 区	化学肥料	25	875

* 生葉収量は、2001～2003 年における平均値。自然仕立てによる一番茶の収量を示す。

<施肥の概要>

- ・ 点滴施肥においては、尿素入り複合液肥 (N : P₂O₅ : K₂O = 12 : 5 : 7) を使用。
- ・ 液肥は 10～30 倍に希釈して、2 月中旬から 11 月中旬まで施用。
 - 3 月中旬から摘採日までは 100 mg/L 施用、2 月中旬から 3 月中旬までと、摘採日から 11 月中旬までは 30 mg/L 施用。
- ・ 慣行区においては、愛知県の施肥基準を参考として秋肥 (8～9 月) 及び春肥 (2～3 月) に菜種粕および魚粕を主体とした肥料を施肥。芽出肥 (4 月) に硫酸を施用。
- ・ 点滴施肥の非津別灌漑水量は、年間平均 2.7 mm/日⁶⁶

- ・ 県の施肥基準に基づく慣行区と、施肥および灌水時間の量と間隔を自由に設定できる自動制御の点滴施肥装置を用いた点滴施肥区による収量等の比較をした事例である。
 - 点滴施肥区は、年間施肥量が 25kg/10a と 50 kg/10a の 2 パターンで試験している。
- ・ 10a あたり一番茶収量を見ると、点滴施肥 (50 kg/10a) が慣行区の 1.5 倍、点滴施肥 (25kg/10a) が 1.3 倍となっている。

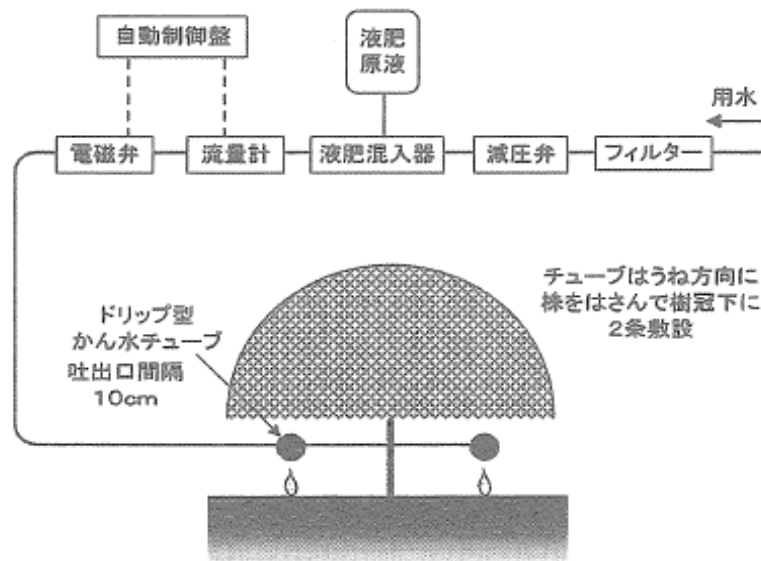
⁶⁵ 木下ら (2005) てん茶園における点滴施肥栽培

⁶⁶ 糟谷ら (2010) 樹冠下点滴施肥方式による茶園からの亜酸化窒素の排出削減

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討



図表 5-84 点滴灌漑の概要

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-85 に、インベントリ集計結果を図表 5-86 に示す。

図表 5-85 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法																		
水量	直接的な水の消費	2001～2003 年における愛知県（豊橋）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。 （両試験区での蒸発散量は同じと仮定。） <u>点滴施肥</u>を実施する試験区では、液肥として施肥を行うため、<u>2.7 mm/日（648 mm/年）</u> 灌水しながら施肥を行う。しかし、ここで<u>灌水した水がすべて茶園で消費されるわけではない。</u> - 基本的に茶園の水の「消費量」は、蒸発散量とすることから、<u>点滴施肥区の水消費量は、FAO の手法で算定した蒸発散量に対して、降水量と灌水量の比率で、降水の消費と河川水の消費に按分した。</u> - なお、慣行区は灌水を行わないと仮定。 <table><tr><th rowspan="2">試験区</th><th rowspan="2">期間</th><th rowspan="2">蒸発散量 (mm)</th><th rowspan="2">降水量 (mm)</th><th colspan="2">消費量 (mm)</th></tr><tr><th>降水</th><th>河川水</th></tr><tr><td>慣行区</td><td>2001 ～</td><td rowspan="2">566</td><td rowspan="2">1,138</td><td>506</td><td>60</td></tr><tr><td>点滴施肥区</td><td>2003 年</td><td>361</td><td>205</td></tr></table>	試験区	期間	蒸発散量 (mm)	降水量 (mm)	消費量 (mm)		降水	河川水	慣行区	2001 ～	566	1,138	506	60	点滴施肥区	2003 年	361	205
	試験区	期間					蒸発散量 (mm)	降水量 (mm)	消費量 (mm)											
降水			河川水																	
慣行区	2001 ～	566	1,138	506	60															
点滴施肥区	2003 年			361	205															
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-83 に示す施肥体系より、水消費原単位を乗じて推計。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「防霜ファン使用地域（東海を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。																		
水質		各試験区の窒素施肥量から、推定式を用いて平均溶脱量を推計。																		

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

図表 5-86 慣行区と点滴施肥区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区		内容		WFP インベントリ (L/kg)				備考
				水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区		直接的消費		834	88	—	745	直接
		肥料	有機質肥料	13	9.6	0.7	2.7	間接
		エネルギー	ガソリン	0.07	0.04	0.02	8.8E-03	間接
			軽油	0.03	0.02	6.7E-03	3.4E-03	間接
			電力	0.11	0.07	0.02	0.02	間接
点滴施肥	N50 区	直接的消費		552	200	—	352	直接
		肥料	化学肥料	1.2	0.63	0.50	0.03	間接
		エネルギー	ガソリン	0.05	0.03	0.01	5.8E-03	間接
			軽油	0.02	1.5E-02	4.4E-03	2.2E-03	間接
			電力	0.08	0.05	0.01	0.01	間接
	N25 区	直接的消費		647	235	—	412	直接
		肥料	化学肥料	0.68	0.37	0.29	0.02	間接
		エネルギー	ガソリン	0.05	0.03	0.01	6.9E-03	間接
			軽油	0.03	0.02	0.01	2.6E-03	間接
			電力	0.09	0.06	0.02	1.4E-02	間接

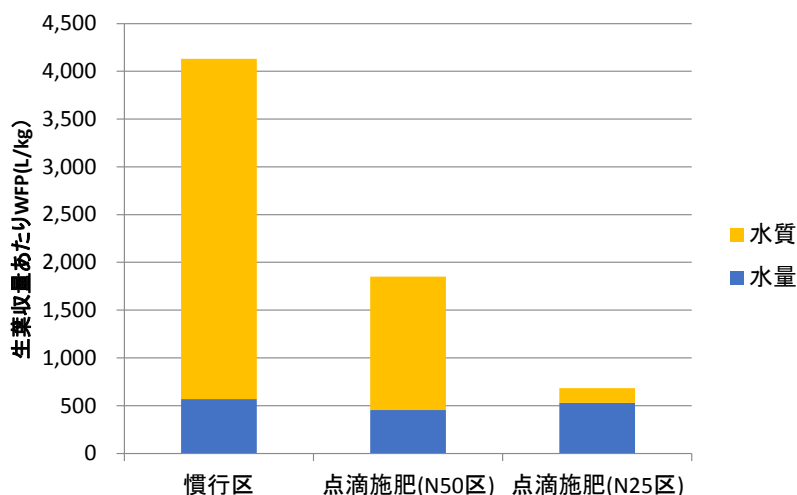
* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

◆ 茶園（成木園）WFP 算定結果

慣行区と点滴施肥区における WFP 算定結果を図表 5-87～図表 5-89 に示す。

図表 5-87 慣行区および点滴施肥区の茶園における WFP 算定結果

試験区		水量 WFP (L/kg)				水質 WFP (L/kg)
		水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区		569	118	2.3	449	3,562
点滴施肥	N50 区	454	241	1.6	211	1,396
	N25 区	531	282	1.0	247	154

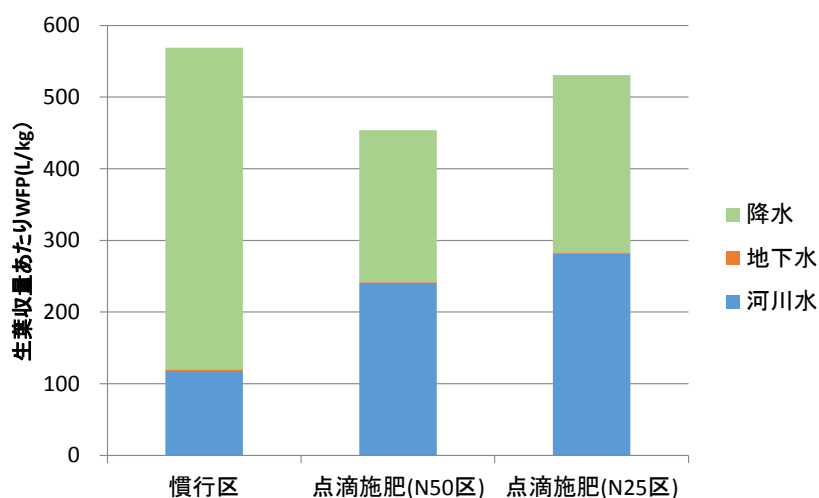


図表 5-88 慣行区および点滴施肥区の茶園における WFP の比較

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討



図表 5-89 慣行区および点滴施肥区の茶園における WFP の比較（水量抜粋）

- ・ 茶園における WFP を比較すると、慣行区より点滴施肥区の WFP が小さい(図表 5-88)。
 - 点滴施肥区のうち、N50 区と N25 区を比較すると、窒素施肥量の少ない N25 区の WFP の方が小さい。
 - 慣行区と点滴施肥区の水質 WFP を比較すると、慣行区に比べて、点滴施肥 (N50 区) は 61%、点滴施肥 (N25 区) は 96%の削減効果がある。
- ・ 水量 WFP に着目すると、慣行区より点滴施肥区の水質 WFP が小さい（図表 5-89）。
 - 一方で、点滴施肥 (N50 区) と点滴施肥 (N25 区) を比較すると、N25 区の方が茶園における水質 WFP が大きい結果となった。
 - これは、N25 区の収量が、N50 区の収量の約 85%程度であるため、生葉収量あたりで換算した結果、収量の多い N50 区の WFP の方が小さくなったものである（図表 5-85）。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

5.4.5. 畝間へのマルチングによる窒素溶脱防止の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.5 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-90、図表 5-91、図表 5-92 に示す。

図表 5-90 “こだわりの取組” No.5 に関する参考事例の概要

文献名	茶園における年 1 回施肥と生分解性マルチを利用した窒素溶脱防止
雑誌名	茶業研究報告 Vol. 2005
著者	志和 将一
発行年	2005
調査対象地域	滋賀県甲賀市土山町の集団茶園
調査対象年	2001～2003 年
調査対象とする茶園	記載なし（36m ² の試験区）
備考	✓ 施肥回数を年 1 回とし、畝間マルチを敷設することで茶園からの硝酸性窒素溶脱を抑制し、施肥回数と施肥量を削減した事例。

図表 5-91 慣行区とマルチ敷設区における施肥および投入資材の体系

試験区	品目	投入量	単位
慣行区	有機質肥料	70	kgN/10a
マルチ敷設区	有機質肥料*1	5	kgN/10a
	化学肥料	30	kgN/10a
	生分解性マルチ*2	7.8	m ²

*1 マルチ敷設区における施肥量は、複合施肥で 40kg/10a だが、このうち 5 kg/10a が有機化成肥料（有機質肥料）、その他が被覆尿素 70 日タイプ等の化学肥料であるため、品目を分けて整理した。

*2 文献より幅 65 cm でマルチを敷設したとの情報がある。畝幅 1.8m、茶園幅 6m（36m²の試験区より）として畝間は 2 本分と仮定し、試験区で使用した生分解性マルチは $0.65 \times 1.8 \times 6 = 7.8\text{m}^2$ と推定した。

【参考：農業用マルチのインベントリ算定】

- ・ 本事例の生分解性マルチは、一年後に土中へすき込むことが可能なものであることから⁶⁷、1 年あたり算定した。
- ・ なお、複数年にわたって使用する場合は、耐用年数を考慮して 1 年あたり使用量に換算することで、マルチ資材の投入量を把握することができる⁶⁸。

図表 5-92 慣行区とマルチ敷設区における一番茶・二番茶の収量*

茶期	生葉収量 (kg/10a)	
	慣行区	マルチ敷設区
一番茶	650	640
二番茶	630	590
合計	1,280	1,230

* 2002～2003 年の平均値を示している。

⁶⁷ 農林水産省（2009）茶生産における施肥の現状と課題

⁶⁸ 農林水産省「農産物及び加工品の簡易 CO₂ 算定ツールの Q&A」

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

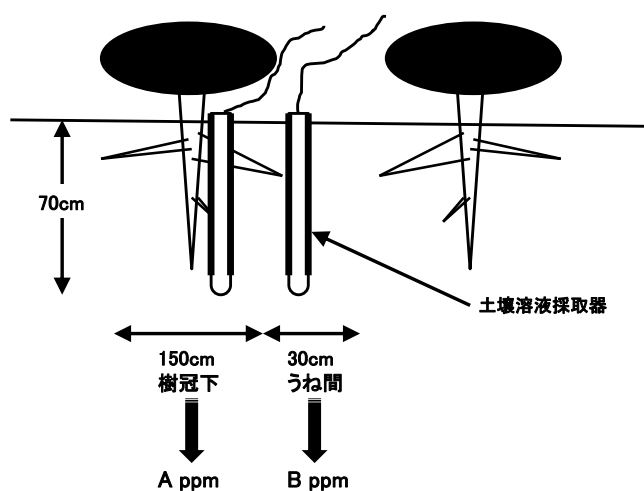
- ・ 慣行区は 70kg/10a の施肥に対して、マルチ敷設区は 40 kg/10a を年 1 回実施し、畝間に生分解性マルチを敷設している（図表 5-93）。
 - 慣行区は、70kg/10a の施肥を年 5 回に分けて施肥する。



図表 5-93 畝間に敷設したマルチ

- ・ 慣行区とマルチ敷設区の生葉収量（一番茶および二番茶）は、2002～2003 年の平均値でほとんど変わらない。
- ・ 畝間および樹冠下の地下 70 cm から採取した土壤溶液から溶脱する硝酸性窒素濃度を推定した結果、マルチ敷設区の年間平均濃度は慣行区の 38% と推定されている。
 - 茶園から溶脱する硝酸性窒素濃度は、樹冠下幅 150 cm、畝間 30 cm と仮定して下記の推定式から推定されている。

$$\text{茶園から溶脱した硝酸性窒素濃度} = A \text{ ppm} \times 150/180 + B \text{ ppm} \times 30/180$$



図表 5-94 参考文献における茶園から溶脱した溶脱硝酸性窒素の濃度推定方法

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-95 に、インベントリ集計結果を図表 5-96 に示す。

図表 5-95 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法													
水量	直接的な水の消費	2001～2003 年における滋賀県（彦根）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。 （両試験区での蒸発散量は同じと仮定。） <table><tr><th rowspan="2">試験区</th><th rowspan="2">期間</th><th rowspan="2">蒸発散量(mm)</th><th colspan="2">消費量（mm）</th></tr><tr><th>降水</th><th>河川水</th></tr><tr><td>慣行区</td><td rowspan="2">2001～2003 年</td><td rowspan="2">568</td><td rowspan="2">516</td><td rowspan="2">53</td></tr><tr><td>マルチ敷設区</td></tr></table> - なお、茶園において灌水は行わないと仮定	試験区	期間	蒸発散量(mm)	消費量（mm）		降水	河川水	慣行区	2001～2003 年	568	516	53	マルチ敷設区
	試験区	期間				蒸発散量(mm)	消費量（mm）								
降水			河川水												
慣行区	2001～2003 年	568	516	53											
マルチ敷設区															
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-91 図表 5-66 に示す施肥体系より、水消費原単位を乗じて推計。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「防霜ファン使用地域（東海を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。													
水質		- 慣行区の窒素施肥量から、推定式を用いて平均溶脱量を推計。 - マルチ敷設区は、慣行区の 38%まで溶脱量が減少したとの文献情報を参照し、慣行区の推計溶脱量の 62%として算定。													

図表 5-96 慣行区とマルチ敷設区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区	内容		WFP インベントリ (L/kg)				備考
			水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	直接的消費		444	41	—	403	直接
	肥料	有機質肥料	6.8	4.3	0.12	2.4	間接
		ガソリン	3.8E-05	2.3E-05	9.4E-06	4.7E-06	間接
	エネルギー	軽油	1.7E-05	1.2E-05	3.6E-06	1.8E-06	間接
		電力	6.1E-05	3.9E-05	1.2E-05	9.8E-06	間接
マルチ敷設区	直接的消費		462	43	—	419	直接
	肥料	有機質肥料	0.51	0.32	8.8E-03	0.18	間接
		化学肥料	0.37	0.26	0.08	2.8E-02	間接
	生分解性マルチ		0.06	4.4E-02	1.3E-02	5.6E-03	間接
	エネルギー	ガソリン	3.9E-05	2.4E-05	9.8E-06	4.9E-06	間接
		軽油	1.8E-05	1.2E-05	3.7E-06	1.9E-06	間接
		電力	6.3E-05	4.1E-05	1.2E-05	1.0E-05	間接

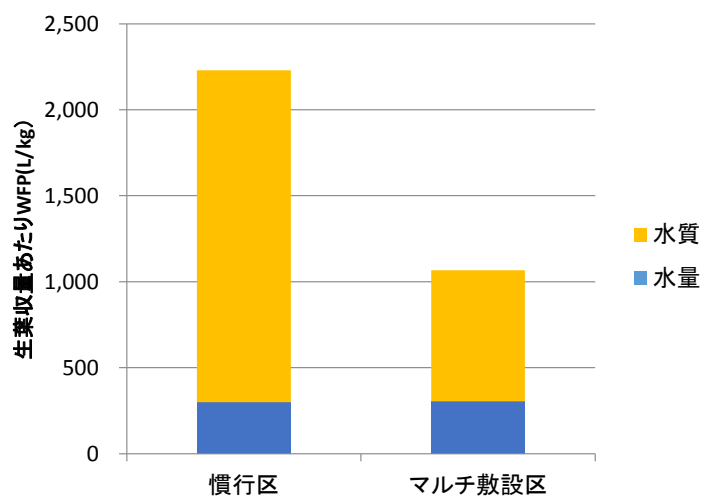
* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

◆ 茶園（成木園）WFP 算定結果

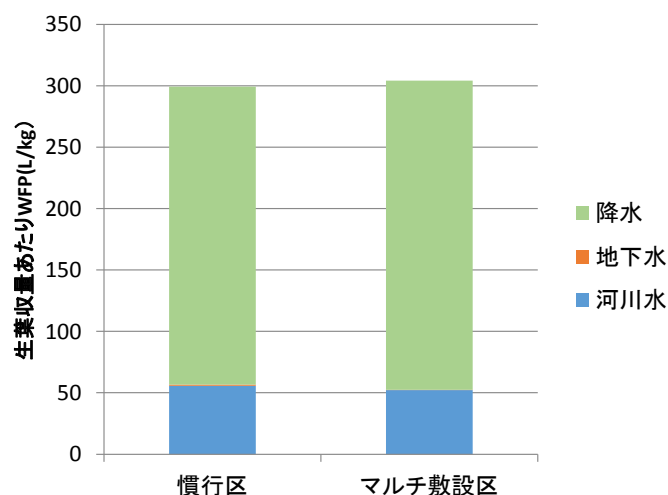
慣行区とマルチ敷設区における WFP 算定結果を図表 5-97、図表 5-98、図表 5-99 に示す。

図表 5-97 慣行区とマルチ敷設区の茶園における WFP 算定結果

試験区	水量 WFP(L/kg)				水質 WFP(L/kg)
	水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	299	56	1.1	243	1,930
マルチ敷設区	304	52	0.3	252	763



図表 5-98 慣行区とマルチ敷設区の茶園における WFP の比較



図表 5-99 慣行区とマルチ敷設区の茶園における WFP の比較 (水量抜粋)

- ・ 施肥に係る WFP を比較すると、慣行区よりマルチ敷設区の WFP が小さい(図表 5-98)。
- 水質に着目すると、60%マルチ敷設区の WFP の方が小さい。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

- 水量に着目すると、慣行区の WFP が 2%小さい結果となるが（図表 5-99）、これは直接的な水消費が、慣行区とマルチ敷設区でほとんど変わらない一方、マルチ敷設区の単位面積あたり生葉収量の方が大きいためである（図表 5-92）。
- ・ ただし、マルチ敷設区は生分解性マルチの敷設により、別途茶園管理に係る投入物質が必要となるものの、全体としては有機質肥料の施肥量削減による効果が出たと考えられる。
 - 単位面積あたりで、茶園における間接的な水消費（施肥および作業に係るエネルギー）について慣行区とマルチ敷設区を比較すると、マルチ敷設区の WFP の方が 84%小さい。（全体への影響が小さいのは、茶園において大きな水消費は直接的消費であるため。）
- ・ この他の効果として、施肥に関する年間 10a あたりの労働時間を比較すると、慣行区は年間 5 回の施肥に係る作業時間が 8hr、マルチ敷設区は年 1 回の施肥とマルチ敷設にかかる労働力で 3.6hr で済む（半分以下）という点でメリットがある（図表 5-100）。

図表 5-100 施肥にかかる年間 10a あたりの労働時間の比較

試験区	施肥に係る作業時間		マルチ敷設に係る作業時間		合計作業時間 (hr/年)
	回数 (回/年)	1 回あたり作業時間 (hr/回)	回数 (回/年)	1 回あたり作業時間 (hr/回)	
慣行区	5	1.6 hr (0.8hr×2 人)	—	—	8 hr
マルチ敷設区	1	1.6 hr (0.8hr×2 人)	1	2hr (1.0hr×2 人)	3.6 hr

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

5.4.6. 節水型散水氷結法による防霜対策の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.6 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-101、図表 5-102 に示す。また、散水氷結法の概要を図表 5-105 に示す。

図表 5-101 “こだわりの取組” No.6 に関する参考事例の概要

文献名	チャ芽に凍霜害が出ない温度域で水温を自動制御する節水型防霜法
雑誌名	鹿児島県農業開発総合センター報告
著者	菅野 正道
発行年	2013 年
調査対象地域	志布志市有明町原田地区
調査対象年	2011 年 3 月 16 日～3 月 28 日（摘採前）
調査対象とする茶園	ゆたかみどり茶園およびさえみどり園
備考	✓ 連続散水式、交互散水式、地区慣行方式（交互散水間断方式）による散水方法の違いによる防霜対策を実施し、防霜効果および節水効果を検証した事例。

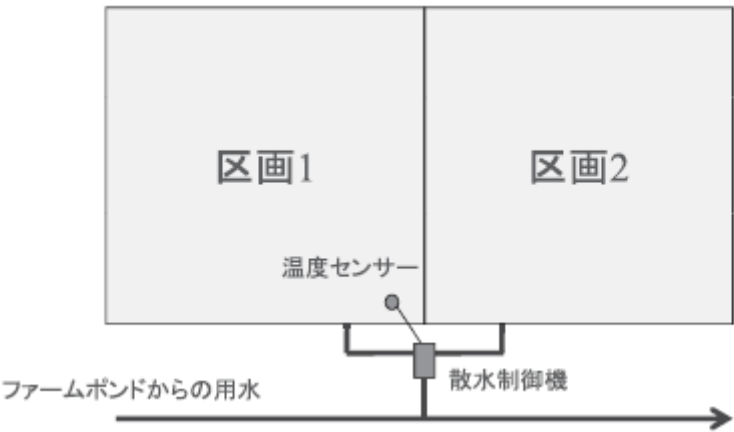
図表 5-102 慣行区とセンサー制御区の日別使用水量

試験期間	使用水量(10t/10a)		
	慣行区 (交互散水)	センサー制御区	
		連続散水	交互散水
3/16～3/17	21.8	13.3	2.2
3/17～3/18	24.2	25.8	11.9
3/22～3/23	10.4	10.5	4.7
3/23～3/24	26	3.1	4.2
3/24～3/25	15	14	11.7
3/25～3/26	13.9	22.2	9
3/26～3/27	18.7	13.6	9.9
3/27～3/28	12	6.9	2.4
合計	142	109	56

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

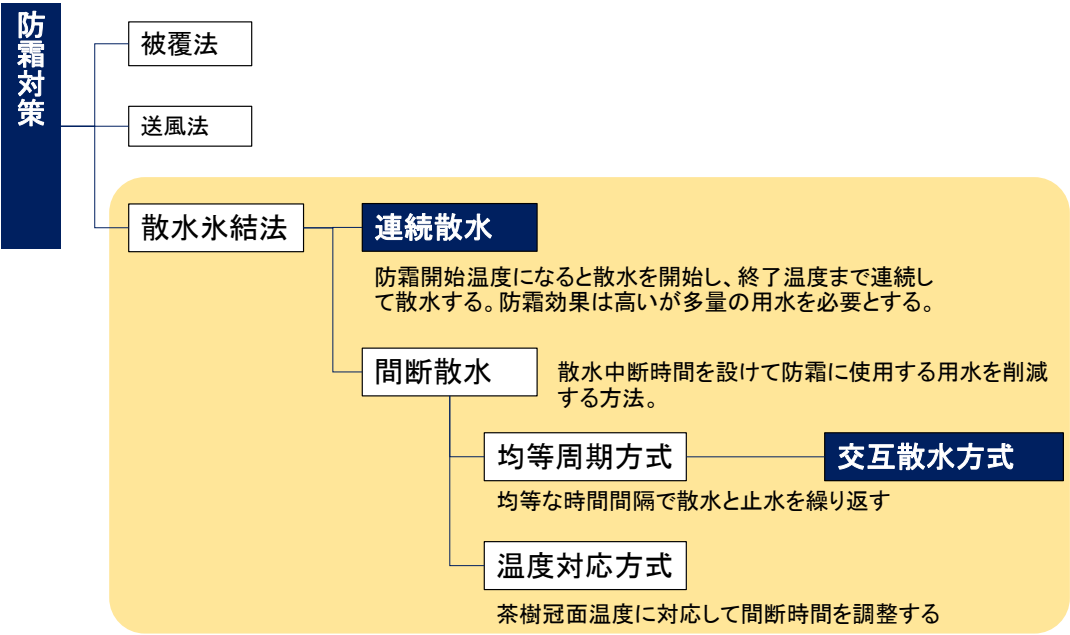
5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討



図表 5-103 慣行区における交互散水方式の概要⁶⁹

図表 5-104 試験区における散水条件

試験区		散水開始温度	停止温度	散水制御の 設定温度	散水条件
慣行区 センサー 制御	交 互 散 水	1℃ （茶樹冠面の 感知温度）	2℃ （茶樹冠面の 感知温度）	なし （散水開始から停 止まで制御なし）	✓ 散水開始後、茶樹冠面の感知温度が停止温度 になるまで 100 秒散水、100 秒止水を繰り返 し実施
	連 続 散 水			-0.3℃ （茶樹冠面の感知 温度）	✓ 茶樹冠面の感知温度が-0.3℃以上で 3 分継続 ✓ 茶樹冠面の感知温度が-0.4℃以下で 3 分間散 水
	交 互 散 水			-0.3℃ （茶樹冠面の感知 温度）	✓ 茶樹冠面の感知温度が-0.3℃以上で 400 秒継 続 ✓ 茶樹冠面の感知温度が-0.4℃以下で 100 秒散 水、100 秒止水のサイクルを 2 回実施



図表 5-105 散水氷結法の分類

⁶⁹ 富濱ら（2012）鹿児島県曽於地域における新節水型散水氷結防霜制御「0℃制御」の現地実証と普及

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

- ・ 散水氷結法は、茶園で実施されている防霜対策の中で、低温時に最も効果の高い技術とされている。しかし、一晩に多くて 30t/10a もの散水をする場合もあり、本技術には多量の水を使用することが課題として挙げられている⁷⁰。
- ・ このような背景のもと、水が過冷却中であれば葉温が -2°C 程度に下がっても凍霜害を受けないこと、水が氷結して葉温が -1°C より低下しなければ凍霜害が発生しないという特徴をふまえ、茶園の樹冠面に置いた自動散水制御装置のセンサー温度が、 -0.3°C 以上を一定時間継続したら止水し、 -0.4°C 以下になったら直ちに散水を再開するように、センサーの作動プログラムを修正した事例。
- ・ 本事例においては、散水氷結法により防霜対策を行った 3 つの試験区すべてで、防霜効果が認められた。

⁷⁰ https://www.naro.affrc.go.jp/karc/prefectural_results/tyagyo/040409.html

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-106 に、インベントリ集計結果を図表 5-107 に示す。

図表 5-106 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法					
水量	直接的な水の消費	2013 年における鹿児島県(志布志)の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。(両試験区での蒸発散量は同じと仮定。) - センサー制御区において、散水氷結法で使用する散水量(図表 5-102)は河川水として計上した。					
			試験区	期間	蒸発散量(mm)	消費量 (mm)	
			慣行区	2013 年	530	降水	河川水
			センサー制御区			487	43
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-22 に示す施肥体系より、「南九州」の有機質肥料に係る水消費量を使用。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「スプリンクラー使用地域(南九州を想定)」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。					
水質		各試験区いずれも鹿児島県における標準施肥量(50kgN/10a)として、推計式より平均溶脱量を推計。					

図表 5-107 慣行区とセンサー制御区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区	内容		WFP インベントリ(L/kg) *2				備考
			水消費量*1	河川水	地下水	降水	
慣行区	直接的消費		440	164	—	276	直接
	肥料	有機質肥料	51	32	0.88	18	間接
	エネルギー	ガソリン	2.9E-03	1.8E-03	7.4E-04	3.7E-04	間接
		軽油	4.2E-02	2.9E-02	8.7E-03	4.3E-03	間接
		電力	1.9E-02	1.3E-02	3.8E-03	3.1E-03	間接
センサー制御区	連続散水	直接的消費	419	142	—	276	直接
		肥料	51	32	0.88	18	間接
		エネルギー	2.9E-03	1.8E-03	7.4E-04	3.7E-04	間接
			4.2E-02	2.9E-02	8.7E-03	4.3E-03	間接
			1.9E-02	1.3E-02	3.8E-03	3.1E-03	間接
	交互散水	直接的消費	384	107	—	276	直接
		肥料	51	32	0.88	18	間接
		エネルギー	2.9E-03	1.8E-03	7.4E-04	3.7E-04	間接
			4.2E-02	2.9E-02	8.7E-03	4.3E-03	間接
			1.9E-02	1.3E-02	3.8E-03	3.1E-03	間接

*1 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

*2 収量について原著では情報が得られなかったため、各試験区いずれも鹿児島県における単位面積あたり生葉収量 1,520kg/10a と仮定した。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

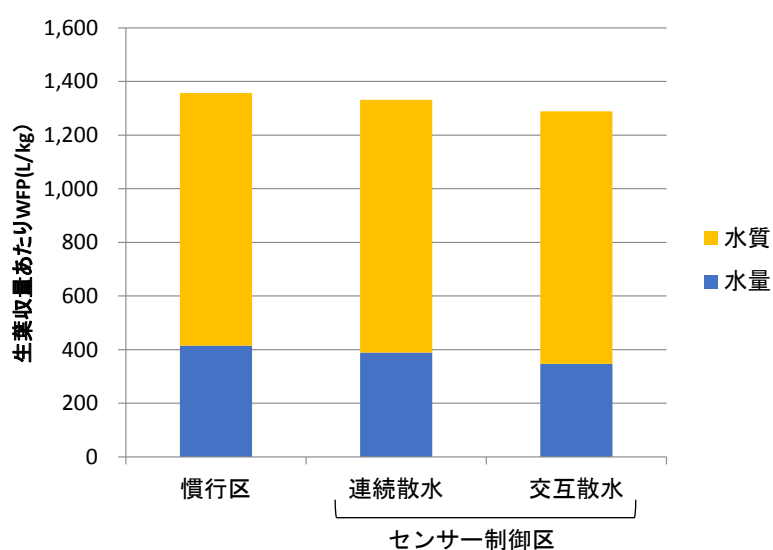
5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

◆ 茶園（成木園）WFP 算定結果

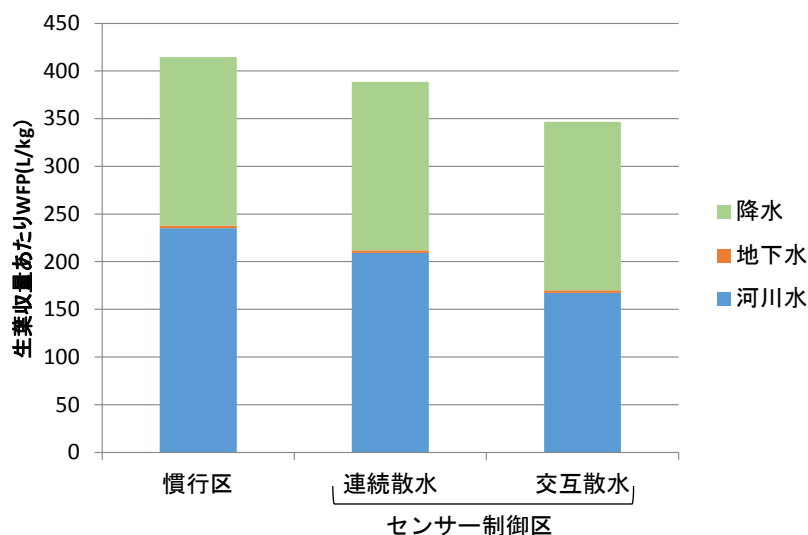
慣行区とセンサー制御区における WFP 算定結果を図表 5-108、図表 5-109、図表 5-110 に示す。

図表 5-108 慣行区とセンサー制御区の茶園における WFP

試験区		水量 WFP(L/kg)				水質 WFP(L/kg)
		水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区		414	235	2.8	177	942
センサー制御区	連続散水	389	209	2.8	177	942
	交互散水	347	167	2.8	177	942



図表 5-109 慣行区とセンサー制御区の茶園における WFP の比較



図表 5-110 慣行区とセンサー制御区の茶園における WFP（水量抜粋）

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

- ・ 慣行区とセンサー制御区を比較すると、センサー制御区（連続散水、交互散水）いずれも、慣行区より WFP が小さくなった（図表 5-109）。
 - 河川水の消費に係る影響に着目すると、センサー制御区（連続散水）では 11%、センサー制御区（交互散水）では 29%の削減効果があった。
 - なお、本事例は氷結散水法に基づく直接的な水消費の削減効果を目的とした事例であり、また試験区の違いによって施肥量は同じとみなしているため、水質への影響は試験区間で差は生じていない。

5.4.7. 防霜ファンの節電実施の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.7 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-111、図表 5-112 に示す。

図表 5-111 “こだわりの取組” No.7 に関する参考事例の概要

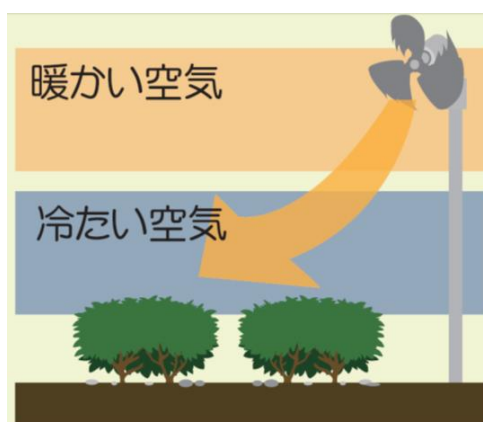
文献名	気温差制御により防霜ファンの稼働時間を短縮し低コスト化できる
雑誌名	野菜茶業研究所 2013 年の成果情報 ⁷¹
著者	山田龍太郎、荒木琢也、松尾喜義、角川修、深山大介、荒木慎介
発行年	2013 年
調査対象地域	野菜茶業研究所内（静岡県島田市）の茶園
調査対象年	2004～2013 年
調査対象とする茶園	記載なし
備考	✓ 防霜ファン設置高と樹冠面付近の気温差を稼働条件とした制御により、送風による空気の攪拌効果が低い時に稼働を停止することで、従来制御と同程度の防霜効果を維持しつつ、稼働時間の短縮による低コスト化を図った事例。

図表 5-112 各試験区における防霜ファンの稼働条件

試験区	総稼働時間 (h)	電気料金 (円/台) *2	収量 (kg/10a)
従来型	66.4	11,035	408
気温差制御区 (1.5℃) *1	57.2	8,002	520

*1 防霜ファン設置高と樹冠面の気温差が 1.5℃以上、かつ樹冠面の気温 3℃以下の条件で防霜ファンが稼働するように設定。

*2 電気料金は中国電力管内の一般的な防霜ファンの使用料金をもとに、制御盤 1 台に対して防霜ファンを 6 基(50a)接続する平均的な設置条件として総消費電力より試算。



図表 5-113 防霜ファンによる凍結防止のイメージ⁷²

⁷¹ https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_035.html

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

- ・ 防霜ファンによる防霜対策は、図表 5-105 に示す「送風法」による防霜対策技術である（図表 5-113）。
- ・ 本事例は、風が強い日は防霜ファン設置高と樹冠面の気温差が小さく、また気温差が小さい時は送風による空気の攪拌効果が小さいために、防霜ファンの稼働を停止することが可能であるという特徴をふまえ、防霜ファンの稼働条件を制御した気温差制御区と従来型の稼働条件による防霜効果を比較した事例。
- ・ 気温差制御区は従来型に比べ、防霜ファンの総稼働時間として 13%、電気料金で 27% 削減している。

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-114 に、インベントリ集計結果を図表 5-115 に示す。

図表 5-114 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法													
水量	直接的な水の消費	2004～2013 年における静岡県（川根本町）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。（両試験区での蒸発散量は同じと仮定。） <table><tr><th rowspan="2">試験区</th><th rowspan="2">期間</th><th rowspan="2">蒸発散量(mm)</th><th colspan="2">消費量（mm）</th></tr><tr><th>降水</th><th>河川水</th></tr><tr><td>慣行区</td><td rowspan="2">2004 ～ 2013 年</td><td rowspan="2">362</td><td rowspan="2">362</td><td rowspan="2">0</td></tr><tr><td>気温差制御区</td></tr></table> - なお、茶園において灌水は行わないと仮定。	試験区	期間	蒸発散量(mm)	消費量（mm）		降水	河川水	慣行区	2004 ～ 2013 年	362	362	0	気温差制御区
	試験区	期間				蒸発散量(mm)	消費量（mm）								
降水			河川水												
慣行区	2004 ～ 2013 年	362	362	0											
気温差制御区															
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-22 に示す施肥体系より、「東海」の有機質肥料に係る水消費量を使用。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「防霜ファン使用地域（東海を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。													
水質		各試験区の窒素施肥量から、図表 5-35 の推定式を用いて平均溶脱量を推計。													

図表 5-115 慣行区と気温差制御区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区	内容		WFP インベントリ (L/kg)				備考
			水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	直接的消費		887	—	—	887	直接
	肥料	有機質肥料	200	126	3	71	間接
	エネルギー	ガソリン	0.12	7.4E-02	2.9E-02	1.5E-02	間接
		軽油	5.4E-02	3.7E-02	1.1E-02	5.6E-03	間接
		電力	3.3	1.2E-01	3.7E-02	3.1E-02	間接
気温差制御区 (1.5℃)	直接的消費		696	—	—	696	直接
	肥料	有機質肥料	157	99	3	56	間接
	エネルギー	ガソリン	9.2E-02	5.8E-02	2.3E-02	1.2E-02	間接
		軽油	4.2E-02	2.9E-02	8.8E-03	4.4E-03	間接
		電力	2.9	9.6E-02	2.9E-02	2.4E-02	間接

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

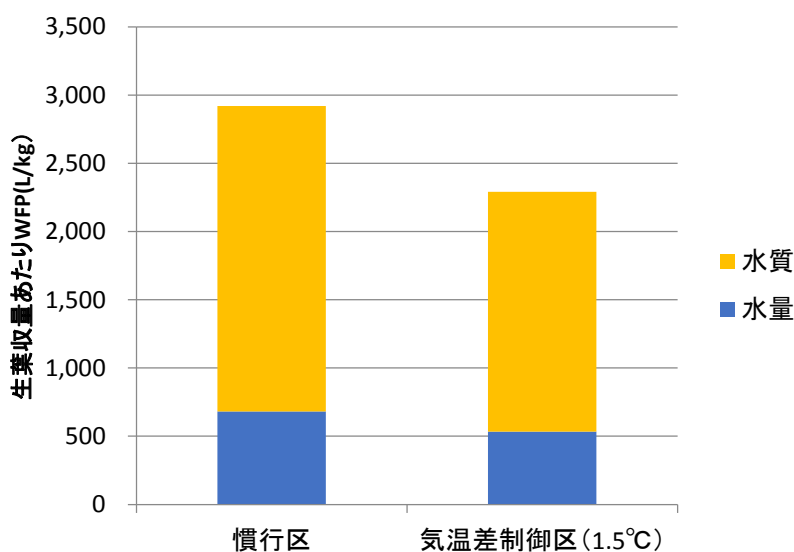
⁷² 農研機構野菜茶業研究所（2014）茶における防霜ファンの気温差制御技術について

◆ 茶園（成木園）WFP 算定結果

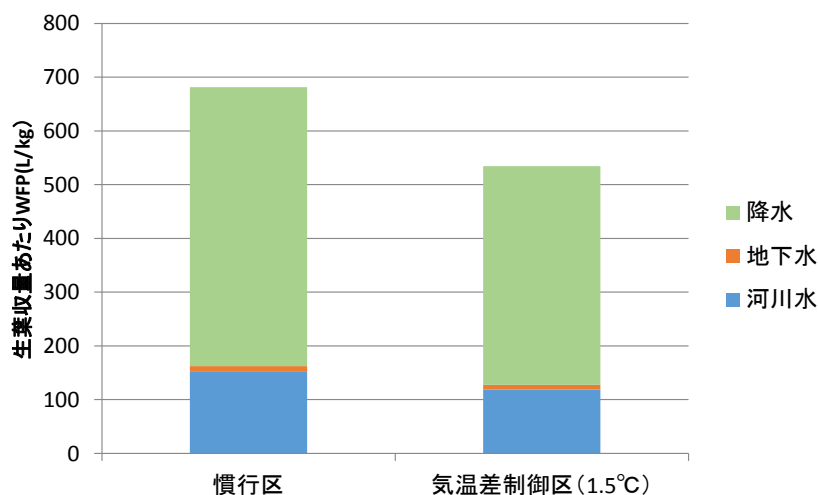
慣行区と気温差制御区における WFP 算定結果を図表 5-116、図表 5-117、図表 5-118 に示す。

図表 5-116 慣行区と気温差制御区の茶園における WFP

試験区	水量 WFP(L/kg)				水質 WFP(L/kg)
	水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区	741	154	12	575	2,239
気温差制御区 (1.5℃)	582	121	9	451	1,757



図表 5-117 慣行区と気温差制御区の茶園における WFP の比較



図表 5-118 慣行区と気温差制御区における茶園の WFP (水量抜粋)

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

- ・ 慣行区と気温差制御区を比較すると、気温差制御区の WFP の方が小さい(図表 5-117)。
 - 水量では 21%、水質では 22%の WFP 削減効果がみられた。
- ・ なお、本事例で削減したのは「電力」であり、この項目は慣行区および気温差制御区のインベントリのいずれにおいても 0.02%しか占めない。
 - したがって、WFP が削減された大きな要因としては、本事例において「茶園で直接的に消費する水量は各試験区ともに同じ」と仮定しているのに対して、気温差制御区の収量の方が多いこと、そして茶園で直接的に消費する水量がインベントリの約 80%を占めることが考えられる。
 - つまり、見かけ上一定の WFP 削減効果が得られた理由は、気温差制御区では節電しつつ収量の増加が得られたことが大きな要因と考えられる。
- ・ ただし、節電効果に基づく「電力」に係るインベントリに焦点を当てると、慣行区に比べて気温差制御区が 12%の WFP 削減効果がある。
- ・ また、当該技術の導入によって、防霜対策に係る電力料金の節約や、効率的な防霜対策によって収量が向上するなどの効果があると考えられる。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

5.4.8. スプリンクラー散水による農薬を使わない防除の取組

◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.8 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-119、図表 5-120 に示す。

図表 5-119 “こだわりの取組” No.8 に関する参考事例の概要⁷³

文献名	一番茶芽へのスプリンクラー散水によるカンザワハダニの寄生密度低減効果
雑誌名	九州沖縄農業試験研究の成果情報
著者	土岐 星児郎、藤田 進、佐藤 邦彦
発行年	2010 年
調査対象地域	記載なし
調査対象年	2006～2009 年
調査対象とする茶園	記載なし
備考	✓ 一番茶芽での被害が多発しているカンザワハダニの防除として、摘採前使用日数が制限される農薬を使用せずに、スプリンクラー散水による防除方法によってカンザワハダニの寄生密度を低減する技術を検討した事例。 ✓ 有機栽培などの化学農薬を散布できない場合でも利用できるとしている。

図表 5-120 スプリンクラー散水区が防除を目的に使用する河川水

試験区	一日あたり散水時間 (min/日)	10a あたりの散水量の概算 (mm/day)	散水日数(日)	期間中散水量 (mm/期間)
2 回散水	60	6	14	84
3 回散水	90	9	14	126

⁷³ https://www.naro.affrc.go.jp/karc/prefectural_results/tyagyo/025800.html

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

本事例においては、対策の実施に伴う生葉収量の増減に係る情報が不足しているため、単位面積あたりでインベントリを整理した。

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-121 に、インベントリ集計結果を図表 5-122 に示す。

また、慣行区では、一番茶摘採前のカンザワハダニの防除として図表 5-123 に示す農薬を使用、その他の条件はスプリンクラー散水区と同じと仮定した。

図表 5-121 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法																
水量	直接的な水の消費	2006～2009 年における熊本県（合志）の気象データを用いて、FAO の手法により推計し、当該期間の平均値を採用した。（両試験区での蒸発散量は同じと仮定。） <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">試験区</th><th rowspan="2">期間</th><th rowspan="2">蒸発散量 ET(mm)</th><th colspan="2">消費量（mm）</th></tr><tr><th>降水</th><th>河川水</th></tr></thead><tbody><tr><td>慣行区</td><td rowspan="2">2006～ 2009年</td><td rowspan="2">668</td><td rowspan="2">601</td><td rowspan="2">67</td></tr><tr><td>スプリンク ラー散水区</td></tr></tbody></table> - この他、スプリンクラー散水区については、防除を目的に使用する河川水の消費量を計上する。 - 防除以外の灌水は行わないと仮定。				試験区	期間	蒸発散量 ET(mm)	消費量（mm）		降水	河川水	慣行区	2006～ 2009年	668	601	67	スプリンク ラー散水区
	試験区	期間	蒸発散量 ET(mm)	消費量（mm）														
降水				河川水														
慣行区	2006～ 2009年	668	601	67														
スプリンク ラー散水区																		
	間接的な水の消費	- 施肥に係る間接的な水消費は、図表 5-22 に示す施肥体系より、「東海」の有機質肥料に係る水消費量を使用。 - 作業プロセスに係るエネルギーは、図表 5-14 および図表 5-15 に示す「防霜ファン使用地域（東海を想定）」の作業プロセスのデータを使い、水消費原単位を乗じて推計。																
水質		防除方法の違いで施肥を変えておらず、計算結果に差がないと判断して、本事例では対象外。																

図表 5-122 慣行区とスプリンクラー散水区の茶園におけるインベントリ集計結果

試験区		内容		WFP インベントリ (m³/10a)				備考
				水消費量	河川水	地下水	降水	
慣行区		直接的消費		668	67	—	601	直接
		肥料	有機質肥料	77	49	1.3	27	間接
		農薬		0.58	0.42	0.13	0.03	間接
		エネルギー	ガソリン	4.5E-03	2.8E-03	1.1E-03	5.6E-04	間接
			軽油	6.4E-02	0.044	0.0132	0.0066	間接
			電力	2.9E-02	0.019	0.0057	0.00475	間接
スプリンクラー散水区	2 回散水	直接的消費		752	151	—	601	直接
		肥料	有機質肥料	77	49	1.3	27	間接
		エネルギー	ガソリン	4.5E-03	2.8E-03	1.1E-03	5.6E-04	間接
			軽油	6.4E-02	4.40E-02	1.3E-02	6.6E-03	間接
			電力	2.9E-02	1.9E-02	5.7E-03	4.8E-03	間接
	3 回散水	直接的消費		794	193	—	601	直接
		肥料	有機質肥料	77	49	1.3	27	間接
		エネルギー	ガソリン	4.5E-03	2.8E-03	1.1E-03	5.6E-04	間接
			軽油	6.4E-02	4.4E-02	1.3E-02	6.6E-03	間接
			電力	2.9E-02	1.9E-02	5.7E-03	4.8E-03	間接

* 相対的に WFP が大きい項目を赤、小さい項目を緑で網掛けしている。また、0.01 以下を指数表示にしている。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

図表 5-123 一番茶摘採前のカンザワハダニの防除用農薬の概要⁷⁴

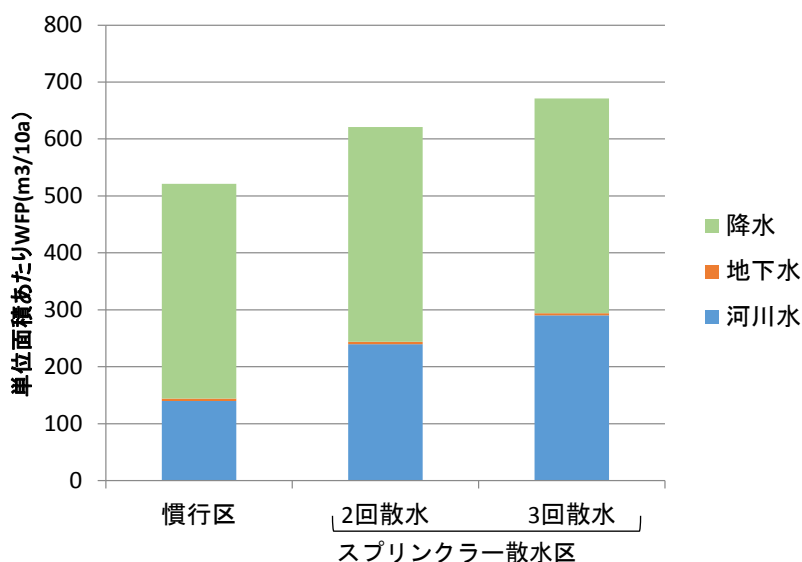
防除時期	重点病害虫名	効果のある薬剤	有効成分名	希釈倍数	使用基準		価格 (円/L)
					日	回	
3月中旬	カンザワハダニ	バロックフロアブル	エトキサゾール	2,000	14	1	¥19,138

◆ 茶園（成木園）WFP 算定結果

慣行区とスプリンクラー散水区の WFP 算定結果を図表 5-124、図表 5-125 に示す。

図表 5-124 慣行区とスプリンクラー散水区の茶園における水量 WFP

試験区		WFP(m ³ /10a)			
		水消費量	河川水	地下水	降水
慣行区		521	140	4.6	377
スプリンクラー散水区	2回散水	621	240	4.2	377
	3回散水	621	240	4.2	377



図表 5-125 慣行区とスプリンクラー散水区の茶園における WFP（水量抜粋）

- ・ 慣行区とスプリンクラー散水区を比較すると、スプリンクラー散水区の方が 2 回散水で 19%、3 回散水で 29%、水量の WFP が増加した（図表 5-124、図表 5-125）。
- ・ 慣行区で農薬散布に係る水量 WFP は 0.93m³/10a である一方、スプリンクラー散水区では 2 回散水で 84 m³/10a、3 回散水は 126 m³/10a の散水量が発生することが大きく影響している。
- ・ ただし、当該技術は、近年輸出を視野に入れて取組が進む茶の有機栽培や、化学農薬を使用できない条件下でも実施可能な技術である。
 - 例えば、カンザワハダニは単価が高い一番茶芽での被害が増加傾向にある。摘採前の農薬使用は、摘採前使用日数に制約される。

⁷⁴ 製茶メーカーへのヒアリングに基づく。

5.4.9. 水生植物帯等を利用した茶園排水の浄化の取組

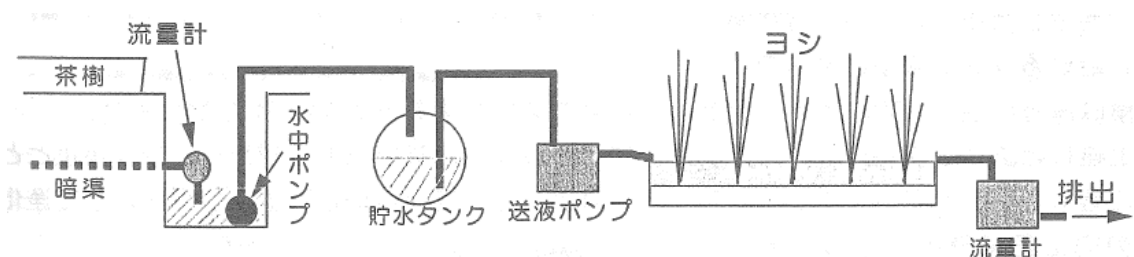
◆ 参照事例の概要

図表 5-64 に示す“こだわりの取組” No.9 および 10 に関して、下記の事例をもとに WFP を算定した。

参照する事例の概要を図表 5-126、図表 5-127、図表 5-128 に示す。

図表 5-126 “こだわりの取組” No. 9 および 10 に関する参考事例の概要

文献名	水生植物を利用した茶園排水の浄化
雑誌名	平成 14 年度課題別研究会「茶園における窒素の環境負荷低減に関する研究の現状と展開方向」
著者	志和 将一
発行年	2002 年
調査対象地域	記載なし
調査対象年	1998 年
調査対象とする茶園	記載なし
備考	✓ 環境意識の高まりや、被覆肥料の導入により、窒素施肥量は年々減少傾向にある一方、すべての施肥窒素を茶樹に吸収させることは困難という点をふまえ、溶脱窒素を回収・浄化するためにバイオジオフィルターを用いた茶園の硝酸態窒素浄化能を評価した事例。



図表 5-127 バイオジオフィルターの概要

(暗渠の集水面積は 5a、貯水タンクは 4,000L、フィルター面積は 2.4m²、水深 20 cm)

図表 5-128 バイオジオフィルターの硝酸態窒素浄化能

調査年度	NO3_N (g/m ³)	
	負荷量	排出量
1997	162	14.3
1998	101	8.1

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組”による WFP の削減効果の検討

- ・ 窒素施肥量を 40kg/10a 施肥した場合、暗渠から排出された硝酸態窒素濃度の平均は 18.2ppm であり、バイオジオフィルター通過後の平均濃度は 1.8ppm となっている。
 - ただし、窒素施肥量が 70kg/10a の場合、は、暗渠排水の硝酸態窒素濃度が 46.7ppm(1997 年平均) となって、バイオジオフィルターで 10ppm 以下にできない場合がある。
 - そのため、流入水の硝酸態窒素濃度が 30ppm 以下であれば、10ppm (硝酸態窒素の環境基準) 以下に浄化できることが示された。
- ・ また、暗渠排水を効率的に浄化するには、茶園面積に対して 3~4%のフィルター面積が必要とされている。

◆ 茶園（成木園）におけるインベントリ集計結果

WFP 算定に係るインベントリ推計の考え方を図表 5-129 に示す。

図表 5-129 インベントリ推計の考え方

インベントリ		推計方法
水量	直接的な水の消費	・ 本事例は、茶園管理そのものではなく、茶園から出た排水に対して浄化させる取組であり、直接および間接的な水量は取組如何にかかわらず一定と判断。 ・ したがって、水量は評価対象外とする。
	間接的な水の消費	
水質		・ 図表 5-128 に示すバイオジオフィルターからの負荷量を使用する。

◆ 茶園における水量の WFP 算定結果

バイオジオフィルターを通過させない場合と、通過した場合（バイオジオフィルターで浄化した場合）の暗渠排水における硝酸態窒素濃度から、それぞれ環境基準を満たすために必要な水量を図表 5-130 に示す。

図表 5-130 バイオジオフィルターの有無による排水の浄化に必要な水量の比較

試験区	調査年度	NO ₃ -N(mg/L)		希釈に必要な水量 (L)
		負荷量	排出量	
バイオジオフィルターあり	1997	161.9	14.3	1.4
	1998	101.2	8.1	0
バイオジオフィルターなし*	1997	161.9	161.9	16
	1998	101.2	101.2	10

* バイオジオフィルターなしの場合、暗渠排水の負荷量がそのまま河川に流入すると仮定した。

- ・ バイオジオフィルターありの場合、1997 年はバイオジオフィルターによって 91%負荷量を除去、1998 年は 92%除去している。
 - 1997 年はバイオジオフィルター通過後も硝酸態窒素の環境基準値を上回るため、TR I の考え方に基づけば、これを基準値以下にするために希釈する水量として 1,430m³が必要となる。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.4 “こだわりの取組” による WFP の削減効果の検討

- 1998 年は、バイオジオフィルター通過後は 10 mg/L 以下のため、そのまま河川放流可能である。
- ・ 茶園の排水負荷量浄化の検討としては、下流域にある水田（休耕田含む）による硝酸態窒素の浄化を検証している事例もある。
 - 既存の知見に基づけば、水田の単位面積あたり 0.23kgN/10a とのデータもある⁷⁵。
- ・ また、水生植物帯における水消費量も含めて評価を行う場合、茶園と同様に FAO の手法で水生植物帯の蒸発散量を求めることができる。
 - ヨシ等の水生植物について FAO の作物係数は整理されていないため、イネの K_{cmid} (1.2) を用いて 1997 年および 1998 年における蒸発散量を求めたところ⁷⁶、1 年あたり約 420～520 mm の蒸発散量があるとの結果になった。
 - バイオジオフィルターは、茶園面積の 3～4% 程度必要といわれており、仮に一戸あたり茶園面積が 134a/戸⁷⁷とすると、約 4a (400m²) 程度の水生植物帯が必要となる。
 - よって、水生植物帯の維持に必要な水は 168～208m³ (0.17～0.21L) と推定され、図表 5-130 に示す排水の浄化に必要な水量よりも小さいことが示された。

⁷⁵ 戸田ら (1997) 静岡県牧之原における茶園－水田連鎖系による窒素流出負荷低減効果の推定

⁷⁶ 生育段階別に作物係数が整理されているが、ヨシはイネよりも蒸発散量が多い可能性があるため、安全側に係数が最も大きい（蒸発散量が大きくなるように）、 K_{cmid} の値を使用。

⁷⁷ 農林水産省統計資料「18 年営農類型別経営統計」

第II部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.5 緑茶と紅茶の栽培・荒茶加工時の WFP の比較

5.5. 緑茶と紅茶の栽培・荒茶加工時の WFP の比較

5.5.1. 製造方法による茶の分類

茶は、発酵方法の違いにより、緑茶、紅茶、ウーロン茶に大別される。一般に、発酵時間は、緑茶、ウーロン茶、紅茶の順に長くなるとされている。

図表 5-131 発酵方法の違いによる茶の分類⁷⁸

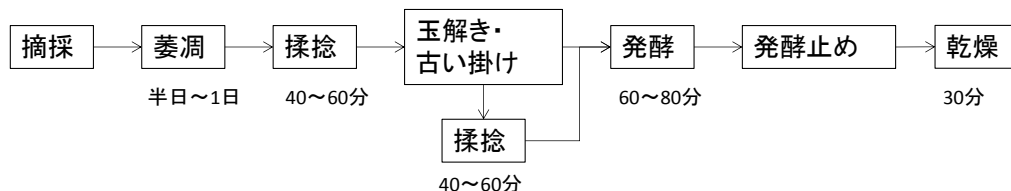
発酵方法	例	概要
不発酵茶	緑茶	✓ 製造の第一工程で加熱により茶葉中の酸化酵素の活性を止めるのが特徴。 ✓ 加熱方法としては、日本独特の蒸気で蒸す方法や九州地方の一部や中国で用いられている釜炒りの方法がある。 ✓ 発酵が行われないため、茶葉の緑色がよく保存され緑茶と呼ばれる。
発酵茶	紅茶	✓ 酸化酵素の活性を十分利用して製造したもの。 ✓ お茶を揉む前に、葉をしおれさせ後に湿度の高い部屋で十分に発酵させるため茶葉タンニンの酸化重合の結果、黒褐色となり、紅茶と呼ばれる。
半発酵茶	ウーロン茶等	✓ お茶を揉む前に葉をしおれさせる工程はあるものの、途中釜などで炒り、酸化酵素の活性を止めている。

5.5.2. 緑茶と紅茶における加工方法の違い

緑茶と紅茶の加工方法を図表 5-132 および図表 5-133 に示す。

工程	生葉	送風 加湿	蒸熱	冷却	葉打ち	粗揉	揉捻	中揉	精揉	乾燥	荒茶
時間			20秒～ 120秒		15分	30分	20分	40分	40分	30分	
設定温度			100度 (蒸気)		95度 (熱風)	95度 (熱風)	— (室温)	34度 (排気)	95度 (火室)	80度 (熱風)	
茶葉温度			98度		35度	35度	—	36度	40度	70度	
含水量 乾燥基準 (湿量基準)			350% (約80%)		250% (約70%)	100% (約50%)	— (—)	35% (約26%)	13% (約12%)	5% (約5%)	
重量減			0%		20%	55%	70%	75%	77%		
重量比率 (生葉に対 する荒茶)			100%		80%	45%	30%	25% (歩留)	23%		

図表 5-132 緑茶の加工方法⁷⁹



図表 5-133 紅茶の加工方法（オーソドックス製法）⁸⁰

* 萎凋の工程においては、インドでは12～18時間、セイロンでは18～24時間かけて、送風しながら柔らかくなるまで萎らせる⁸¹。

⁷⁸ (財) 静岡県茶業研究所 (<http://shizuoka-cha.com/>) もとに、みずほ情報総研が一部加工。

⁷⁹ http://www.ocha.tv/how_tea_is_made/process/schedule_ryokucha/

⁸⁰ http://www.ocha.tv/how_tea_is_made/process/schedule_blacktea/等を参考に、みずほ情報総研が作成

⁸¹ http://www.seasontea.jp/kocha_no_seizo/kocha_no_seizo.html

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.5 緑茶と紅茶の栽培・荒茶加工時の WFP の比較

- ・ 緑茶は、単純計算で、蒸熱（蒸気で蒸す工程）から乾燥までに係る時間は約 177 分（約 3 時間弱）である。
- ・ 紅茶の場合は、萎凋の工程のみに着目しても、半日～一日程度の時間を要する。
 - 緑茶と紅茶の大きな違いは、「発酵工程」の有無であり、室温 25~26℃、湿度 90% の発酵室で放置されることにより発酵が進む。
- ・ いずれも、最終的には茶葉の水分量が 3~5%程度の状態まで乾燥する。
- ・ なお、近年ではティーバッグで使用する茶葉などを中心に、CTC 製法の技術が発達している。機械によって茶葉を細かくして丸めたもので、顆粒のように丸まった茶葉を作るための製法である。
 - オーソドックス製法で製造された茶葉に比べて、使用時にお湯に触れる表面積が大きいと、色や渋みの抽出が早くなるという利点がある。

5.5.3. WFP の観点からの比較

加工時における WFP の違い

- ・ 緑茶と紅茶における加工方法の大きな違いは、「発酵」工程の有無である。単純計算で、緑茶の荒茶加工が約 3 時間程度であるのに対し、紅茶の場合は約半日以上時間を要する。
 - したがって、発酵室の温度管理に係るエネルギーは、紅茶の方が大きいと考えられることから、加工時における WFP は緑茶の方が小さいと考えられる。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.5 緑茶と紅茶の栽培・荒茶加工時の WFP の比較

◆ 参考：紅茶・半発酵茶兼用品種「べにふうき」

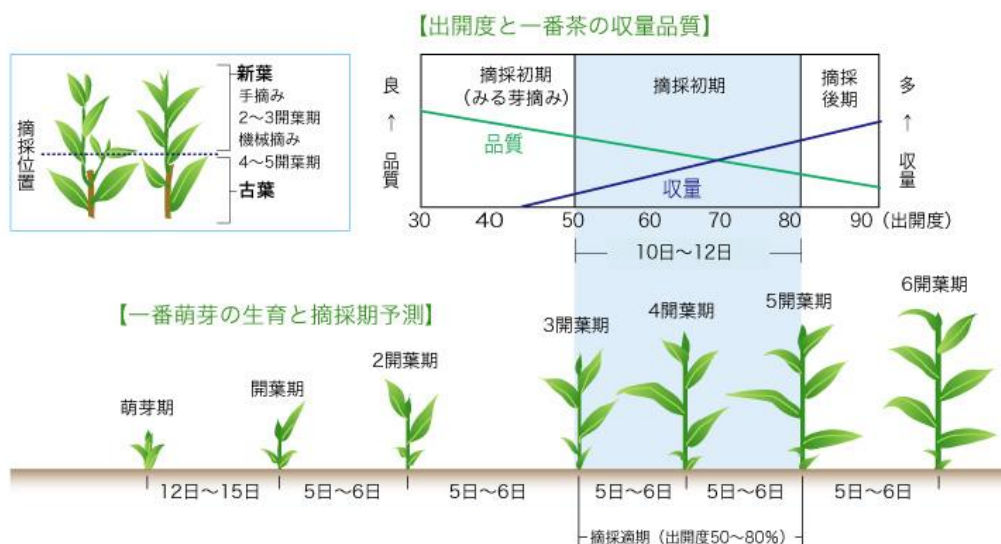
日本では緑茶の栽培・生産が主流であるが、日本で初めての紅茶・半発酵茶兼用品種として品種登録された「べにふうき」がある。緑茶加工時に抗アレルギー効果のあるメチル化カテキンが含まれるとして注目された品種であり、摘採の時期（出開度）によってメチル化カテキンの含有量に影響があるとして、研究が進められている。

また、緑茶と紅茶、いずれにも適している品種であるが、どちらで加工するかに応じて、施肥量や収穫時期が異なるという点でも特徴的である。

図表 5-134 「べにふうき」における緑茶加工および紅茶加工時の栽培・摘採方法の違い⁸²

項目	緑茶	紅茶
施肥量	標準施肥量	標準施肥量よりも 2 割程度削減
摘採時期	出開度 100% で摘採	出開度 50～70 % で摘採
収量	1,500kg/10a（一番茶）	8,00kg kg/10a（一番茶）
収穫回数	3 回	4 回

- ・ 紅茶の場合、多肥で栽培された新芽は発酵が悪く、青臭さが残るために香気が劣る。したがって、紅茶にする場合には標準施肥量よりも 2 割程度削減する。
- ・ 摘採時期は、緑茶用が出開度 100% で摘採するのに対して、紅茶用の場合は 50%～70% の出開度⁸³で実施する。
- 一般的に緑茶を摘採するタイミングは、一番茶で出開度が 70% 前後、二番茶は 100% といわれている。そのため、「べにふうき」の収量は一般的な緑茶とは、摘採時期が異なり、収量も多くなる。



図表 5-135 出開度と一番茶の収量品質の関係⁸⁴

⁸²べにふうき（茶農林 44 号）栽培・加工マニュアル農業・生物系特定産業技術研究機構 野菜茶業研究所

⁸³ 連続的な新葉の展開が完了し、止葉が出現した状態の新芽の占める割合

⁸⁴ http://www.ocha.tv/how_tea_is_made/tea_picking/

5.6. 生産地域の違いによる茶園における WFP の比較

5.6.1. 紅茶の産地における茶園管理状況

既存文献にもとづき、インドおよびスリランカの茶園管理の状況を下記に整理した。

(1) インドの茶園管理

- ・ インド・アッサム地方における茶期および呼称を図表 5-136 に示す。

図表 5-136 紅茶の摘採時期とその呼称（インド・アッサム地方）⁸⁵

時期	呼称
3月下旬～4月	1 st flush
5～6月	2 nd flush
7～8月	Rainy flush
9～10月	Autumn flush

- ・ 1st flush は日本の一番茶に相当する。収量は 6～9 月までは最も多く、品質は 2nd flush と Autumn flush が良いとされている。
 - インド等では、各茶期の期間中の摘採回数は 1 回ではなく、年間 20 回程度摘採を実施する⁸⁶。
- ・ アッサム地方における標準施肥量は、N:P:K=5:2:1 として、窒素施肥量が 100kgN/ha (10kgN/10a) とされている。
 - ただし、窒素施肥量を 200～300 kgN /ha 施用する茶園もあるとのことだが、国内では 200 kgN /ha 以上施用している生産者に対して警告している。
 - 既存文献の現地調査では、3月中旬と4月中旬の2回に分けて 150～180 kgN /ha の窒素肥料を施用しているとのデータもある。
 - N:P:K のほかには、亜鉛の葉面散布が年間栽培スケジュールの必須事項とされており、1～4 月にかけて亜鉛を 5 kgZn/ha の割合で 5%水溶液として散布している。これは、新芽の亜鉛欠乏症の防止のために実施されるものである。
 - 日本の緑茶生産においても、土壌の酸性化による亜鉛欠乏症防止のために、食品添加物であるグルコン酸亜鉛水溶液（0.2%）の葉面散布技術が開発されている⁸⁷。
- ・ 南インド地方では、アッサム地域と異なり一年中摘採可能である（茶樹に休眠期が存在しない）。
 - 茶期は雨期と乾期にわかれ、雨期に収量が多い。また、乾期はフレーバーティーが生産される。南インド地域における平均収量は、インド内で最も多い。
- ・ 施肥は、現地調査に基づく結果では、窒素 250 kgN/ha、リン酸 90 kgP/ha、カリ 40 kgK /ha とのデータが得られている。
- ・ 南インドでは 8ha 以下の小規模個人経営の茶園が多数存在する。

⁸⁵竹尾忠一（1975）インド・スリランカの茶業、農林省茶業試験場

⁸⁶静岡県立大学食品栄養環境科学研究所 茶学総合研究センター長 中村順行教授へのヒアリングに基づく。

⁸⁷愛知県農業総合試験場（2013）2013 年農業総合試験場の 10 大成果

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.6 生産地域の違いによる茶園における WFP の比較

- 小規模な茶園が生産する茶は、民営もしくは国営の向上が購入して紅茶に加工している。
- ・ インドでは、一年中茶芽が発芽すること、高温多湿の雨期があること等から、茶芽の摘採と防除を並行して実施する必要がある。
 - 防除には背負い式の動力噴霧器を用いている。

(2) スリランカの茶園管理

- ・ スリランカの茶園は高地(標高 4,000~6,000m) の地域で 35.9%、中地(標高 2,000~4,000m) で 39.1%に分布しており、傾斜地茶園となっている。
 - 茶園経営としては、小農部門とプランテーション部門に大別されるが、高地・中地の約 80%はプランテーションであり、低地の茶園面積の約 70%は小農部門である⁸⁸⁾。
- ・ 施肥量は、窒素 250~300 kgN/ha、リン酸 30kgP/ha、カリ 90~120kgK/ha を年 6 回に分けて施用している。

この他に、ケニアは、インドやスリランカに比べて茶生産の歴史は浅いものの、中国・インドに次いで生産量が多い。また、殺虫剤や農薬が使用されたことが無いとの情報もある。高地栽培のために、農薬を使用するほどの病害虫が発生しないこと等が理由として挙げられている⁸⁹⁾。

また、インドやスリランカ等では、茶園管理（摘採や施肥、防除）は、主に手作業で実施されている。

⁸⁸⁾ 河本大地（2008）スリランカ茶業の構造変化と有機農法導入の影響

⁸⁹⁾ 日本貿易振興機構（2012）アフリカ産紅茶パンフレット

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.6 生産地域の違いによる茶園における WFP の比較

5.6.2. WFP の観点からの比較

(1) 直接的な水消費に係る比較

- ・ 文献より得られた、インドの代表的な紅茶の産地・アッサム地域の月別蒸発散量及び降水量を図表 5-137 に示す。
 - 蒸発散量および降水量から、5.2.2. (1) に示す FAO の茶の作物係数による手法で、各月の降水および河川水の消費量を推計した。
 - 推計の結果、降水を 956 mm/年、河川水を 271 mm/年消費している結果となった。

図表 5-137 インド・アッサム地方における水消費量算定結果

月	文献に基づくインド・アッサム地方の 気象条件 ⁹⁰			FAO の作物係数に基づく水消費量 の算定結果	
	気温 (°C)	蒸発散量 ET(mm/月)	降水量 P(mm/月)	降水の消費 Crf (mm/月)	河川水の消費 Csw (mm/月)
1	17.6	62	15	15	47
2	19.6	73	23	23	50
3	23.1	121	55	55	66
4	25.3	138	149	138	0
5	26.4	130	306	130	0
6	28.2	120	297	120	0
7	28.7	121	336	121	0
8	28.8	118	313	118	0
9	28.2	105	236	105	0
10	26.0	99	133	99	0
11	22.1	78	23	23	55
12	18.6	62	9	9	53
合計	-	1227	1895	956	271

- ・ ここで、TR B 手法に基づく地域別特性化係数を乗じて、当該地域における茶園の直接的な水消費に係る WFP を算定する。
 - TR B 手法に基づくインドの特性化係数を図表 5-138 に、TR B 手法を用いた WFP 算定結果を図表 5-139 に示す。

図表 5-138 TR B 手法に基づく特性化係数⁹¹

地域	降水	表流水	地下水
インド	0.8	1.4	6.8
日本	0.6	1.2	3.1

⁹⁰ R.K.PANDA ら (2003) Modelling the influence of irrigation on the potential yield of tea (Camellia sinensis) in north-east India

⁹¹ 矢野ら(2014): 全球水資源モデルを用いて水源の違いを考慮した水資源への影響に関する特性化係数の開発。原著では、国全体での特性化係数と灌漑農地の特性化係数に分けて整理されているが、日本およびインドの特性化係数は両者同じであるため、ここでは土地利用の形態を分けずに表示した。

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.6 生産地域の違いによる茶園における WFP の比較

図表 5-139 インドおよび日本における茶園の WFP 算定結果の比較

地域	収量 (kg/m ² /年) *1	インベントリ (mm/年) *2				WFP (L/kg)			
		降水	河川水	地下水	合計	降水	河川水	地下水	合計
インド	0.19	956	271	0	1,227	4,076	2,022	0	6,099
日本	0.19	640	0	0	640	2,052	0	0	2,052

*1 FAO STAT より、インドおよび日本における 2012 年の値を使用。

*2 インドは、文献データから得られたアッサム地方の月別降水量および蒸発散量から推計。日本は、2012 年における静岡県川根本町の月別降水量および蒸発散量から推計。

- ・ インベントリの内訳の特徴として、インドでは、インベントリ合計のうち約 78% (1,227 mm/年のうち 956 mm/年) を降水で賄っている。一方、日本では、640 mm/年すべてを降水で賄っている。
- ・ WFP 算定結果で比較すると、インドの WFP の方が約 3 倍近く大きい結果となる。
 - FAO STAT に基づく統計値では、日本とインドで大きな収量の差はないものの、図表 5-138 に示す特性化係数の大小によって差が出ている。
 - 例えば、日本の場合はほとんどを降水で賄う（河川水の灌水はほとんどしない）が、インドでは一定量を河川水から灌水する。
 - 日本とインドで、降水および河川水の特性化係数は大きく差はないものの、より係数の大きい河川水を利用しているインドの方が、WFP が大きい結果となっている。

(2) 間接的な水消費に係る比較

- ・ 紅茶を主に栽培するインドやスリランカの施肥量を図表 5-140 に示す。
- ・ 日本においては、窒素施肥量で約 40kgN/10a を基準としていることから、単純に施肥量だけに着目すると海外の方が、施肥量が少ないため、成木園での施肥に係る間接的な水消費は、海外の方が小さくなる可能性がある。
 - ただし、インドやスリランカでは紅茶を中心に栽培し、日本では緑茶を栽培している。

図表 5-140 諸外国における茶園への施肥量⁹²

地域		施肥量 (kg/10a)			
		N	P	K	合計
インド	アッサム	15	6	3	24
	南インド	25	9	4	38
スリランカ		20	3	9	32
(参考) 日本 (静岡) *1		40	14	20	74

*1 静岡県における施肥基準（平成 22 年目標値）

⁹²竹尾忠一（1975）インド・スリランカの茶業、農林省茶業試験場、および河本大地（2008）スリランカ茶業の構造変化と有機農法導入の影響からみずは情報総研が作成

第Ⅱ部 茶の WFP 評価手法の検討およびケーススタディの実施

5 茶の WFP 評価手法検討の概要

5.6 生産地域の違いによる茶園における WFP の比較

- ・ 茶園管理の作業においては、日本では機械化が進んでいる一方、インド、スリランカ、ケニア等では手作業が中心となっている。
 - したがって、茶園における施肥作業で使用する農業機械のエネルギー量が発生しない分、これに係る間接的な水消費も WFP の観点からは日本と諸外国で違う点である。

第Ⅲ部

農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

第Ⅲ部 目次

6. 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法検討の概要	130
6.1. 検討の目的	130
6.2. 本資料で想定する事業者の範囲	130
6.3. 農林水産分野における WFP の認知度の現状分析	131
6.3.1. 事業者における認知度	131
6.3.2. 消費者における認知度	134
7. WFP 普及に向けた検討	137
7.1. WFP に関して事業者が懸念する事項の整理	137
7.2. 「WFP の活用に興味を持ってもらう」ための方策の検討	138
7.3. 「WFP の算定に取り組んでももらう」ための方策の検討	140
7.3.1. WFP 算定の取組初期に必要な方策	140
7.3.2. 本格的に WFP 算定に取り組む段階で必要な方策	142
7.4. WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討	143
7.4.1. WFP 算定に必要なデータ取得にかかる既存制度	143
7.4.2. WFP 算定に係るデータ記録・整理を行うメリット	148
7.5. 事業者における WFP 普及に向けた方策（案）の検討結果まとめ	149

6. 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法検討の概要

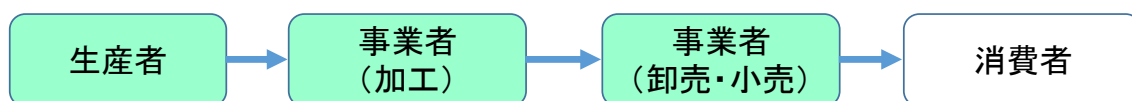
6.1. 検討の目的

農林水産分野における WFP の認知度を、国内事業者に対して向上させるため、農林水産分野における WFP 認知度および環境問題への意識等に関する現状分析を行い、これまでに検討した評価手法の普及方法（認知度の向上および活用してもらうための方策）を検討する。

6.2. 本資料で想定する事業者の範囲

農林水産分野におけるサプライチェーンの概要を図表 6-1 に示す。ここで生産者は、農業従事者や林業従事者を示す。また、事業者は、食品加工メーカーや飲料メーカーを示すものとする。

本調査においては、生産者および事業者（加工業者、卸売・小売業者）に対する WFP の普及・啓発方法の認知度を向上させるための論点を整理する。そして、WFP の使いどころ（どのような場面、どのようなタイミングで活用することが事業者にとって有効か）を整理し、その普及・啓発方法を検討する。



図表 6-1 農林水産分野におけるサプライチェーンの流れ（概要）⁹³

⁹³ 「生産者→事業者（卸売・小売）→消費者」や「生産者→消費者」のパターンも想定されるが、本資料の範囲では、上記の流れを想定して整理することとする。

6.3. 農林水産分野における WFP の認知度の現状分析

農林水産分野における WFP の認知度について整理する。本調査においては、「国内事業者に対する WFP 普及・啓発方法の検討」が目的であるが、消費者の認知度や志向は事業者にとって重要なマーケット情報となりうることから、以下に事業者および消費者の視点から、WFP 等の認知度についてまとめた。

6.3.1. 事業者における認知度

- ・ 事業者における WFP の認知度としては、ISO14046 の発効や、CDP water 等の投資家による環境格付け等が大手企業を中心に実施されるなど、グローバル企業を中心に認知度が広まりつつあると考えられる。
 - 一方で、自主取組として一部企業が WFP 算定の取組をしている事例が主流であるように見受けられる。
- ・ 既存知見に基づく、自社商品等やサービスについて、ライフサイクルで環境負荷データを把握している事業者の割合は、最も高いのが建設業で 29 社中 15 社（約 52%）である。
 - 製造業⁹⁴では 142 社中 122 社（約 42%）が、また、卸売・小売業では、161 社中 43 社（約 21%）が環境負荷データを把握していると回答している（図表 6-2）。
 - なお、ケーススタディにおいて製品工場に係るインベントリデータ提供に協力いただいた飲料メーカーは、工場における水やエネルギーのデータを整理しているが、中小企業の多くはデータ整理をしていない事業者の方が多いのではないかとの指摘もある。
 - また、工場全体でインベントリデータを把握している場合でも、製品の WFP 等算定の際には、個別製品ごとに按分する必要があるとあり、既存取得データの活用（加工）方法については、課題が残る。
- ・ また、環境負荷データを把握していると回答した製造業者が、最も環境目標を設定している項目は「⑥温室効果ガス排出量（総量）」で約 88%である（図表 6-3）。
 - 次いで「①総エネルギー投入量またはエネルギー効率」が約 67%。
 - 水に関連する項目としては「③水資源投入量」が 40%、「⑧総排水量」は約 37%、「⑨水質汚濁負荷量または総排出濃度」は約 35%の事業者が環境目標を設定。
- ・ 卸売・小売業に着目すると、最も環境目標を設定している項目は「⑩廃棄物等総排出量」で約 75%、次いで「①総エネルギー投入量またはエネルギー効率」が約 63%である（図表 6-3）。
 - 水に関連する項目として、「③水資源投入量」は約 13%「⑨水質汚濁負荷量または総排出濃度」は約 7%。

⁹⁴ なお、農産物を取り扱う食品・飲料メーカーは製造業に含まれると考えられるが、ここで製造業者に含まれる食品製造業等の割合は、当該調査では示されていない。

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

6 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法検討の概要

6.3 農林水産分野における WFP の認知度の現状分析

- 「⑧総排水量」について環境目標を設定している企業はなかった。
- ・ 以上から、環境課題に対する意識として、製造業においては事業活動に伴う水への影響はある程度認識されているものの、具体的に環境目標として位置付けている企業はまだ少ないことが示されている。

図表 6-2 ライフサイクルで環境負荷データを把握している事業者（上場企業）⁹⁵

業種別クロス集計			①把握している	②把握していない	回答なし	サンプル数
合計	建設業	件数	31	41	3	75
		%	41.3	54.7	4.0	100.0
	製造業	件数	226	308	5	539
		%	41.9	57.1	0.9	100.0
	電気・ガス等供給業	件数	9	10	—	19
		%	47.4	52.6	—	100.0
	情報通信業	件数	30	46	—	76
		%	39.5	60.5	—	100.0
	運輸・郵便業	件数	30	121	2	153
		%	19.6	79.1	1.3	100.0
	卸売・小売業	件数	43	161	3	207
		%	20.8	77.8	1.4	100.0
	金融・保険業	件数	17	59	2	78
		%	21.8	75.6	2.6	100.0
	不動産・物品賃貸業	件数	2	17	—	19
		%	10.5	89.5	—	100.0
	学術・専門技術サービス業	件数	3	20	—	23
		%	13.0	87.0	—	100.0
	宿泊・飲食サービス業	件数	7	22	—	29
		%	24.1	75.9	—	100.0
	生活関連サービス・娯楽業	件数	1	16	—	17
		%	5.9	94.1	—	100.0
	その他	件数	27	107	1	135
		%	20.0	79.3	0.7	100.0
	回答なし	件数	16	86	1	103
		%	15.5	83.5	1.0	100.0

※赤枠はみずほ情報総研が追記。農産物を取り扱う食品・飲料メーカーは製造業に含まれると考えられるが、ここで製造業者に含まれる食品製造業等の割合は、当該調査では示されていない。

⁹⁵ 環境省（2014）環境にやさしい企業行動調査結果（平成25年度における取組に関する調査結果）

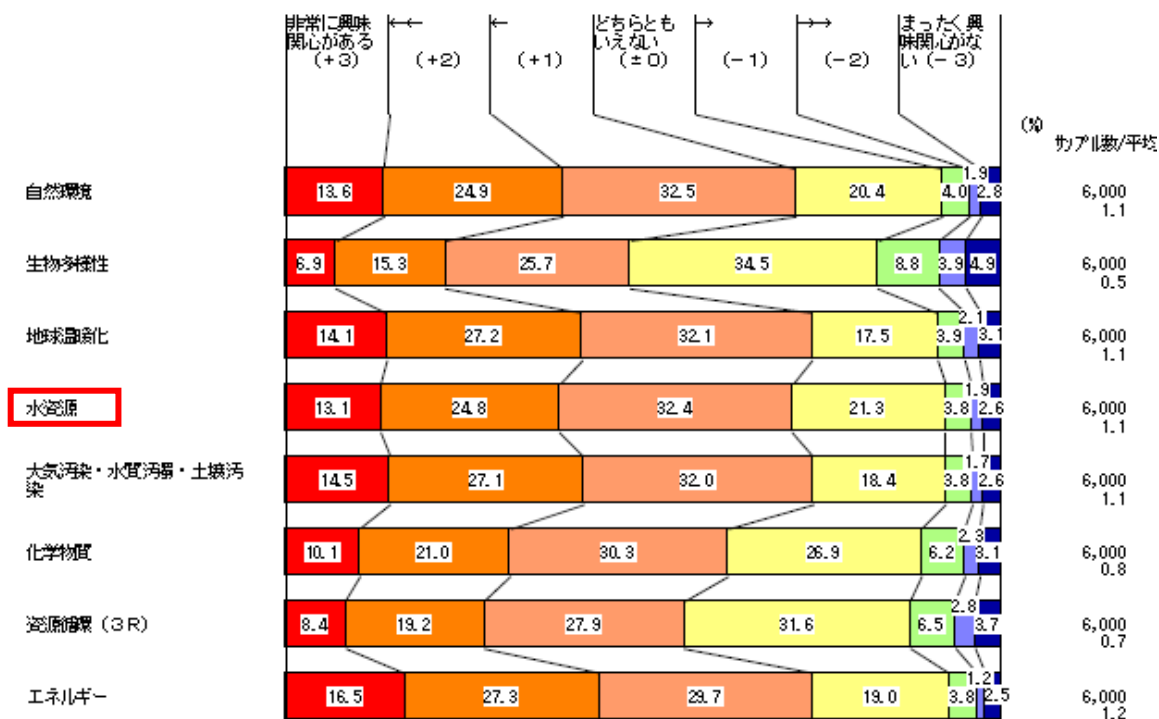
第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討
 6 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法検討の概要
 6.3 農林水産分野における WFP の認知度の現状分析

図表 6-3 環境負荷データを把握している事業者が環境目標を設定している項目（上場企業）

業種別クロス集計			①総エネルギー投入量又はエネルギー効率	②総物質投入量	③水資源投入量	④資源生産性	⑤資源の循環的利用又は率	⑥温室効果ガス排出量（総量）	⑦温室効果ガス排出量（原単位）	⑧総排水量	⑨水質汚濁負荷量又は排出濃度	⑩大気汚染物質の排出量	⑪化学物質排出量・移動量	⑫廃棄物等総排出量	⑬廃棄物最終処分率	⑭グリーン購入実施額又は率	⑮環境負荷低減型商品等の販売額又は率	⑯その他	回答なし	サンプル数
上場	建設業	件数	8	4	2	1	6	11	7	2	1	3	1	9	9	4	2	2	-	15
		%	53.3	26.7	13.3	6.7	40.0	73.3	46.7	13.3	6.7	20.0	6.7	60.0	60.0	26.7	13.3	13.3	-	
	製造業	件数	82	54	50	16	39	107	69	45	43	38	47	61	47	32	34	12	-	122
		%	67.2	44.3	41.0	13.1	32.0	87.7	56.6	36.9	35.2	31.1	38.5	50.0	38.5	26.2	27.9	9.8	-	
	電気・ガス等供給業	件数	4	2	1	-	2	5	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	-	7
		%	57.1	28.6	14.3	-	28.6	71.4	42.9	14.3	14.3	14.3	28.6	14.3	28.6	14.3	14.3	14.3	-	
	情報通信業	件数	4	2	2	2	3	10	4	1	-	-	1	5	3	1	2	1	-	10
		%	40.0	20.0	20.0	20.0	30.0	100.0	40.0	10.0	-	-	10.0	50.0	30.0	10.0	20.0	10.0	-	
	運輸・郵便業	件数	6	1	3	-	1	5	3	-	-	2	1	4	1	3	1	1	-	7
		%	85.7	14.3	42.9	-	14.3	71.4	42.9	-	-	28.6	14.3	57.1	14.3	42.9	14.3	14.3	-	
	卸売・小売業	件数	10	-	2	1	3	9	8	-	1	-	1	12	2	4	5	2	-	16
		%	62.5	-	12.5	6.3	18.8	56.3	50.0	-	6.3	-	6.3	75.0	12.5	25.0	31.3	12.5	-	
	金融・保険業	件数	2	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	2	-	2	1	-	-	3
		%	66.7	-	-	-	-	66.7	-	33.3	-	-	-	66.7	-	66.7	33.3	-	-	
	不動産・物品賃貸業	件数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0	-	-	-	
	学術・専門技術サービス業	件数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	宿泊・飲食サービス業	件数	2	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
		%	100.0	-	-	-	50.0	50.0	50.0	-	-	-	-	50.0	50.0	-	-	-	-	
	生活関連サービス・娯楽業	件数	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	1	1	-	1	1	-	-	1
		%	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	100.0	-	100.0	100.0	-	-	
	サービス業	件数	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
		%	66.7	-	-	-	-	33.3	-	-	-	-	-	33.3	-	-	-	-	-	
	その他	件数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	回答なし	件数	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	2
		%	50.0	-	-	-	-	50.0	-	-	-	-	-	100.0	-	50.0	-	-	-	

6.3.2. 消費者における認知度

- ・ 消費者における環境問題への意識や、環境に係る用語等の認知度を調査した結果では、環境問題についての関心度は、「エネルギー」が最も高い（図表 6-4）。
 - 「エネルギー」に次いで関心が高いのは、「大気汚染・水質汚濁・土壌汚染」、「地球温暖化」、「自然環境」、「水資源」である。
 - 「水資源」は第 5 位の認知度であるものの、他の環境問題と「関心がある」と回答した人の割合の際はそこまで大きくはない。
- ・ 「環境に関わる用語の認知度」では、「家電・住宅エコポイント」が最も認知度が高く 9 割以上との回答となっている⁹⁶。
 - 「家電・住宅エコポイント」に次いで、認知度が高いのは「エコマーク」であり、約 9 割以上の認知度である。
 - 一方で、「ウォーターフットプリント」は約 13%の認知度にとどまり、最も認知度が低い。
 - 先行して業界による取組が進んでいた「カーボンフットプリント」でも認知度は約 24%と、一般消費者におけるカーボン及びウォーターのフットプリントの認知度は非常に低いと考えられる（図表 6-5）。



図表 6-4 消費者における環境分野の興味関心程度⁹⁷

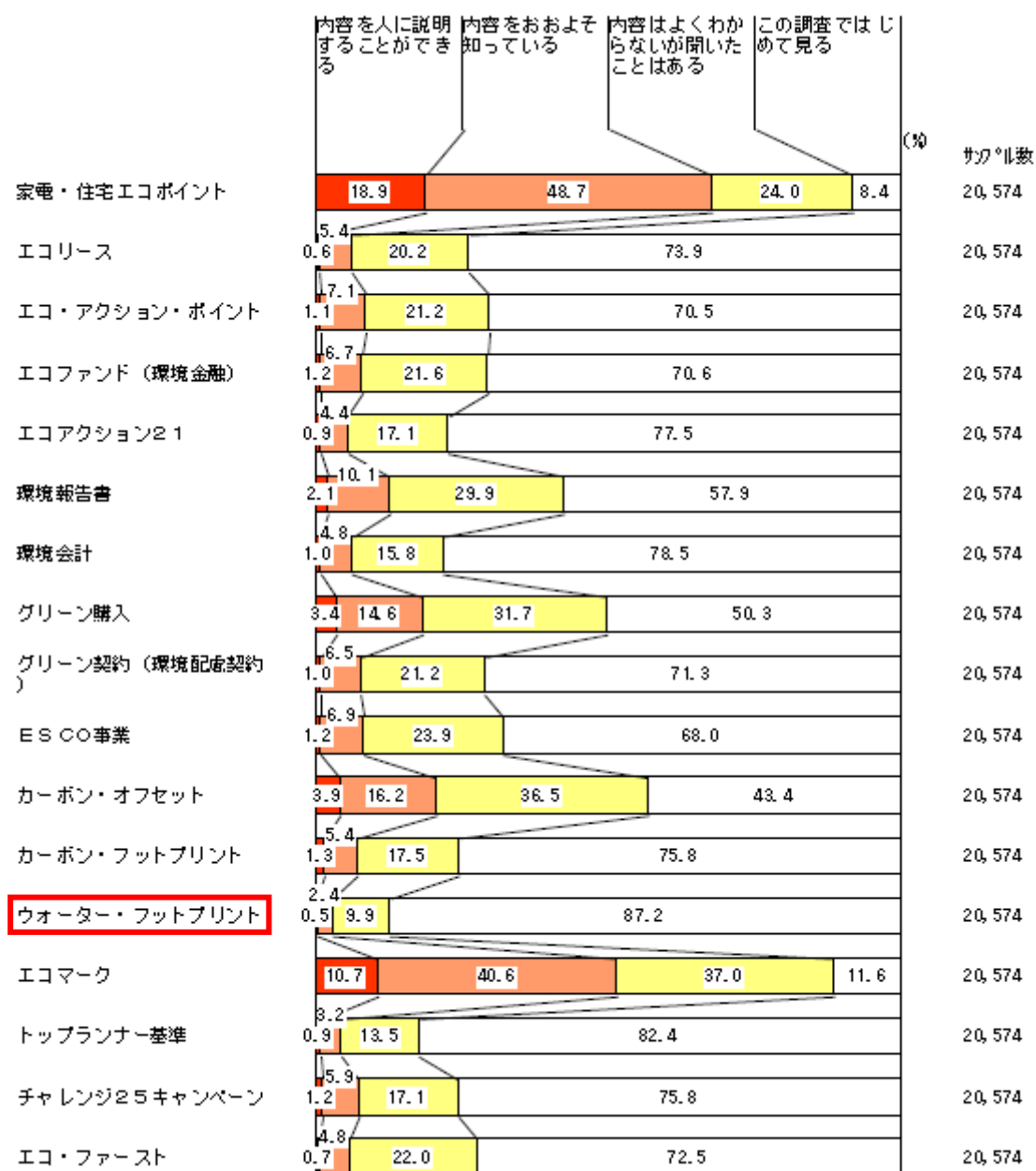
⁹⁶ 「内容を人に説明することができる」および「内容をおおよそ知っている」「内容はわからないが聞いたことはある」の合計を示す。

⁹⁷ 環境省（2012）グリーン・マーケット+（プラス）研究会 とりまとめ資料 資料3：消費者アンケート調査結果（参考資料）

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

6 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法検討の概要

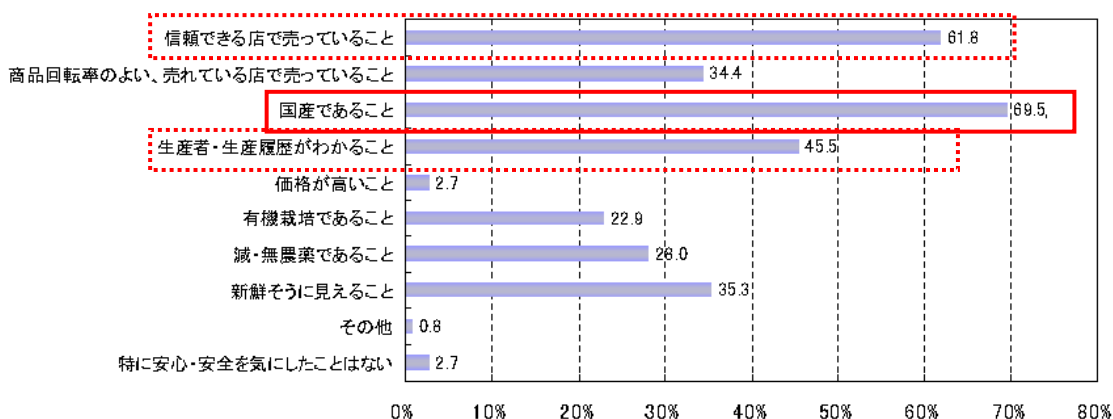
6.3 農林水産分野における WFP の認知度の現状分析



図表 6-5 環境に関わる用語の認知度⁹⁷

◆ （参考）消費者の食品購入に係る意識調査結果

- ・ 日本政策金融公庫（2015）の調査によれば、消費者における食の志向は、全体としては「健康志向」、「経済性志向」の順に高い。
 - 最新の調査結果では、「経済性志向」が前回調査から 6.0 ポイント上昇している他、「手作り志向」が 4.9%増加している等、「節約型」の志向が高まりつつあることが示されている。
 - しかし、食品を購入する時に「国産品かどうかを気にかける」と回答した割合は 80%以上（過去の調査でも 70%以上を推移）であり、国産品については「安全である」と回答した割合が約 73%、「おいしい」と回答した割合が約 66%である。
 - したがって、全体としては経済性志向ではあるものの、国産品については「安全」と「品質」の両方を志向していることが示されている⁹⁸。
- ・ また、農林水産省（2007）による調査では、食品が安全・安心であることを判断する観点として、「国産であること」が最も高く約 70%、次いで「信頼できる店で売っていること」が約 62%、「生産者・生産履歴がわかること」が約 46%となっている。



図表 6-6 消費者が食品（生鮮食品）を購入する際に「安全・安心」を判断する観点⁹⁹

⁹⁸日本政策金融公庫（2015）消費者動向等調査 平成 27 年 7 月調査

⁹⁹農林水産省（2007）平成 19 年度食と農への理解を基礎とする新たなライフスタイルのあり方の確立に関する調査委託事業報告書。図中の赤枠はみずほ情報総研が追記。

7. WFP 普及に向けた検討

7.1. WFP に関して事業者が懸念する事項の整理

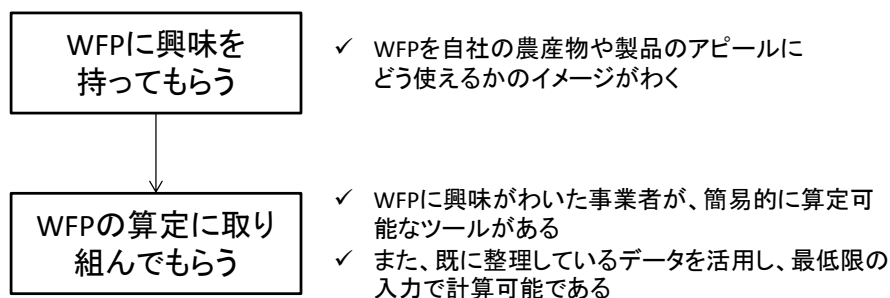
事業者（飲料メーカー）へのヒアリングに基づき、WFP 評価に対する意見を図表 7-1 に示す。

図表 7-1 ヒアリングに基づく飲料メーカーの WFP 評価に係る意見

飲料メーカーのご意見①
・ 茶栽培には他の農作物に比べて窒素施肥量が多いことから、そもそも環境負荷が高い作物である。
飲料メーカーのご意見②
・ 「1,000mL の商品を製造するのに、それ以上の水を使う」という点が、WFP の概念が浸透していないステークホルダーに誤解されることを懸念。

- ・ WFP の算定結果を“絶対表示”として、製品に提示することに対する懸念については、本調査における基本的考え方として、絶対表示ではなく“こだわりの取組”による水への影響負荷削減効果を示す指標として位置付けている。
 - また、異なる農産物や他社製品との違いを示すのではなく、あくまで自社内において取組をした場合の効果を示すものとしている。
 - したがって、“こだわりの取組”による水への影響負荷削減効果の示し方等について、事業者に情報提供することが重要と考えられる。
- ・ また、製造過程において製品容量以上の水を使うことの理解浸透に関する懸念については、消費者向けに理解浸透の機会が必要であり、事業者への普及の検討と合わせて実施していくべき事項と考えられる。
 - 水への影響（WFP）に限らず、製品製造に係る環境負荷について、基本的なイメージが普及される必要がある。

本事業においては、WFP 算定の実施者になりうる事業者を対象に、普及に向けた検討を進めている。以上をふまえ、事業者における WFP の普及に向けた流れを図表 7-2 に示す。



図表 7-2 WFP の普及に向けたステップ

7.2. 「WFP の活用に興味を持ってもらう」ための方策の検討

WFP 算定に対して事業者が消極的となる理由の一つに、「結果の活用方法がわからない」点があげられる。

そこで、“こだわりの取組”の実施による WFP の観点からの効果の見せ方を以下に整理した（図表 7-3）。

図表 7-3 WFP 削減効果の見せ方にかかる観点

表示単位	・削減量 ・削減割合
影響領域	・水量 ・水質
取水源	・降水 ・地下水 ・河川水

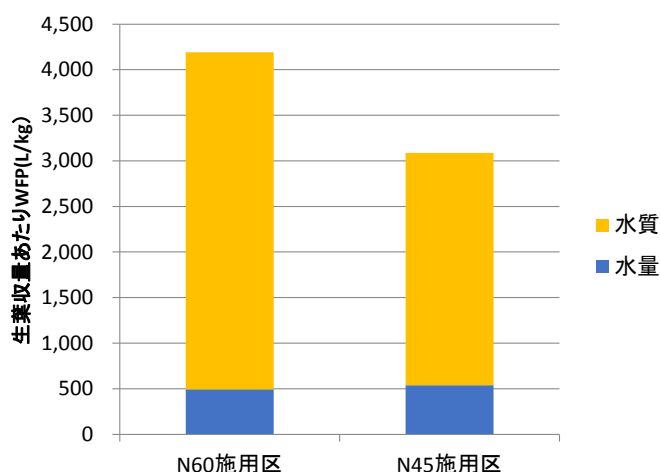
- ・ 見せ方としては、「削減量」で示す場合と「削減割合」で示す場合が想定される。
- ・ また、特にアピールしたい環境影響や取水源にフォーカスを絞り、効果を示すことも考えられる（例；「製品の水質に係る WFP について〇%削減」等）

◆ “こだわりの取組”による WFP 削減効果の見せ方の事例

資料 2 で示した”こだわりの取組”による WFP 削減効果の検証結果をもとに、茶栽培において慣行栽培と、施肥量を減らした栽培方法による WFP の違いの効果の見せ方を以下に整理した。

例①) 表示単位による WFP 削減効果の表現

茶園における窒素施肥量の違いによる WFP の比較結果を図表 7-4 に示す。



図表 7-4 茶園における窒素施肥量の違いによる WFP の比較¹⁰⁰

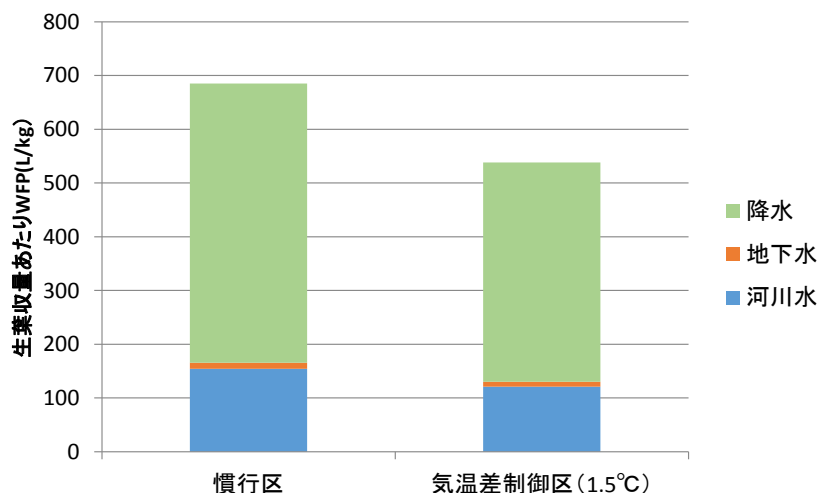
¹⁰⁰ 施肥量を 60kgN/10a から 45kgN/10a に減らした場合の WFP の削減効果（詳細は、5.4.2 参照）。

図表 7-5 表示単位の違いによる WFP 削減効果の見せ方

WFP 削減効果の 表示単位	表現例
削減量	生葉生産量あたり 45L/kg の水 を削減
削減割合	生葉生産量あたり 31%の水 を削減

例②) 取水源ごと WFP 削減効果を評価する場合

茶園において、窒素施用量の違いによる取水源ごとの WFP 削減効果を図表 7-6 に示す。



図表 7-6 茶園における施肥量の違いによる水量 WFP の比較¹⁰¹

図表 7-7 取水源の違いによる WFP 削減効果の見せ方

WFP 削減効果を みる取水源	表現例
河川水	生葉生産量あたり 21%の水 を削減
地下水	生葉生産量あたり 22%の水 を削減
降水	生葉生産量あたり 21%の水 を削減

- ・ ただし、例えば、B2C でのコミュニケーションで活用する場合は、「地域の節水している」というメッセージよりも、「地域の水をきれいにしている」「豊かにしている」等の表現の方が、消費者にはポジティブな印象を与える可能性がある。
- WFP を指標として、「水への影響を把握し、地域への影響がないように努めている」というメッセージは、地域への貢献の観点から評価される可能性がある。

¹⁰¹ 慣行区と気温差制御区による防霜ファンの節電効果（詳細は、試料 2 の 5.2.6 参照）

7.3. 「WFP の算定に取り組んでもらう」ための方策の検討

7.3.1. WFP 算定の取組初期に必要な方策

- ・ WFP の算定および活用方法に対して興味を持った事業者が、「試しに計算してみたい」と考えた際に、データ収集や整理をせずに“とっかかり”として算定可能な簡易ツールがあると良いと考えられる。
- ・ このような簡易ツールに求められる要件としては、以下の観点が考えられる(図表 7-8)。参考情報としてカーボンフットプリントの簡易算定ツールの事例を図表 7-9、図表 7-10 に示した。

図表 7-8 簡易ツールに求められる要件

【簡易ツールの使用を通じた教育的情報提供】
・ 自分自身の環境負荷が、平均的な事業者や最も環境にこだわっている事業者と比べて、どの程度の位置づけになるかがわかること ・ どのような取組を実施すれば、どの程度環境負荷が低減されるかがわかる ➤ ツールの入力、回答を進めるうちに、事業者自身が何をすればよいか学べること ➤ 自身が算出したい製品・品目において、どの影響領域が重要かわかること
【操作性に係る要件】
・ 説明書等を熟読しなければ計算できないような大掛かりなものではなく、<u>Excel もしくは Web 上による簡易的な算定ツール</u>であることが望ましい。 ・ <u>最低限の入力で算定可能</u>であること。 ➤ <u>デフォルト値が入力済み</u>であり、新規データの取得やデータ整理をせずとも算定可能であること。 ・ 水への影響(WFP)だけでなく、温暖化や生物多様性等、<u>複数の影響領域から選択可能で、かつ同時に評価可能</u>であること。 ・ ツールが無償で入手できること。

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討
 7 WFP 普及に向けた検討
 7.3 「WFP の算定に取り組んでもらう」ための方策の検討

◆ （参考）農林水産省によるカーボンフットプリントの簡易算定ルール

農産物のCO₂簡易算定

トップ> 農産物の生産からのCO₂算定 入力画面

基本情報の入力
 お住まいの都道府県や、計算する品目などを入力してください。

• 次の「燃料・電力使用量」について、算定品目に限定して答えられる場合、「同時栽培品目」の入力は不要です。複数の農産物で使用する燃料・電力使用量の合計量・合計金額しか分からない場合は、該当する農産物の情報を入力してください。

お住まいの都道府県

計算する品目 [菌床しいたけはこちら](#)

栽培面積 ha

出荷量 kg

同時栽培品目	栽培面積	出荷量
品目を選択	ha	kg
品目を選択	ha	kg
品目を選択	ha	kg
品目を選択	ha	kg

図表 7-9 簡易算定ツール（農産物の CO₂ 簡易算定）¹⁰²

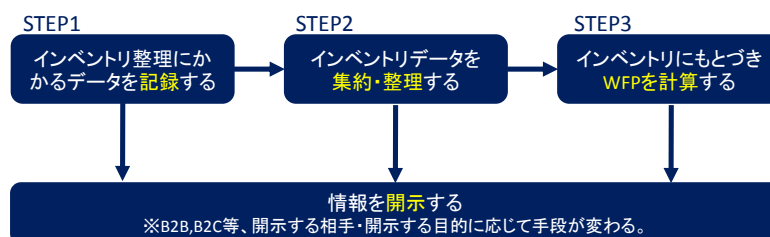
図表 7-10 農林水産省による簡易算定ツールの選択・入力項目

評価対象の選択	- 農産物の生産工程 - 農産物の加工工程 - 農産物の生産および加工工程 - 地域全体
基本情報	- 地域（都道府県単位） - 評価対象品目（ドロップダウンリストから選択） - 栽培面積 - 出荷量
営農情報	燃料・電力使用量 ※使用量もしくは使用金額のいずれかを選んで入力可能
栽培にかかる情報	- 農薬使用量（回/年） - 肥料使用料（化学肥料、有機肥料） - プラ資材使用量 - 残さ

¹⁰² 農林水産分野の CO₂「見える化」ポータルサイト (<http://agri-co2mieruka.jp/about.html#method>)

7.3.2. 本格的に WFP 算定に取り組む段階で必要な方策

- ・ 簡易ツール等による WFP 算定実施の後に、さらに詳細に自社製品等の WFP 算定をしようとした場合に、事業者がとると想定されるアクションを図表 7-11 に示す。
- ・ ステップとしては、大きく「データの記録（ステップ 1）」、「データの集約・整理（ステップ 2）」、そして「WFP 計算（ステップ 3）」に整理される。また、各ステップにおいて「情報開示」というアクションもあると考えられる（図表 7-11）。



図表 7-11 WFP 算定・活用に係るステップ

- ・ データの記録（ステップ 1）は、原料調達段階（農地）におけるデータ記録は生産者が、工場での加工時に係るデータについては食品や飲料メーカー等の加工業者の作業範囲と想定される（図表 7-12）。
- ・ データの集約・整理（ステップ 2）については、商流に応じて作業者が決まるものと考えられるが、基本的には生産者や事業者（加工業者、卸売・小売業者）が主体となると想定される。
- ・ WFP 計算（ステップ 3）は、事業者（加工業者、卸売・小売業者）が主な作業者と想定される。
- ・ 情報開示に関して、ステップ 1 や 2 の段階で、農地や工場のインベントリデータを開示する目的としては、主に B to B（生産者から事業者、事業者から事業者） で、生産者情報や生産履歴を開示する「生産履歴記帳運動」や取引先からの要求に対する対応等が挙げられる。
- ・ B to C（事業者から消費者）における情報開示としては、インベントリデータや生産履歴を開示することによるトレーサビリティの確保のアピールにつながると考えられ、ステップ 3 の段階で WFP 算定結果を示すことは、購入製品の環境影響や企業努力による環境影響の削減を示すことにつながると考えられる。

図表 7-12 各主体の役割

主体		Step1	Step2	Step3	情報開示
		データの記録	データの集約・整理	WFP 計算	
生産者		○（農地）	○	△	（加工業者もしくは卸売・小売業者に対して、農地のデータを開示）
事業者	加工業者	○（工場）	○	○	（卸売・小売業者に対して、農地及び工場のデータや製品の WFP 算定結果を開示）
	卸売・小売業者	○（輸送・廃棄物）	○	○	（消費者に対して、WFP 算定結果を開示）

* 黄色で網掛け下部分は、既存の制度や取組の範囲で実施していると考えられるもの。

7.4. WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討

7.4.1. WFP 算定に必要なデータ取得にかかる既存制度

- ・ 図表 7-12 で黄色の網掛けをしている項目は、既存制度や取組の範囲で実施しているものと想定される。以下に、既存制度や取組で実施していると考えられる項目を図表 7-13 にまとめた。
- ・ 「WFP」を算出・商品へ表示する義務および取決めは現時点ではないが、インベントリデータの記録や収集に関しては既存の取組で親和性が高いものがある。
 - 通常の生産活動において取り組んでいる範囲で、WFP 算定に係る労力のどの程度をカバーできているかを示しつつ、WFP 算定のために新たにデータ記録や収集を行う労力を最小化することが、普及につながるものと考えられる。
 - ただし、データ取得を実施している単位が「工場単位」である場合、製品の WFP を算定するにあたって、製品単位にデータを成形することが難しい場合もある。
- ・ Global G.A.P. において農作物の管理点および適合基準のうち、「データの記録」にかかる項目を抽出し、WFP 算定に必要な情報かどうかを図表 7-14 に整理した。

図表 7-13 インベントリデータ整理に関連すると想定される既存制度や取組

- ・ 生産者によるデータの記録、情報開示
 - 生産履歴記帳運動や GAP 認証制度にもとづく作業工程、施肥・農薬散布量（農地におけるインベントリデータ）の記録等
- ・ 加工業者によるデータの記録、集約・整理
 - 工場における物質収支、エネルギー収支の管理
- ・ 卸売・小売業者にデータの記録、集約・整理
 - 輸送に係るエネルギー収支、廃棄物管理等 等

図表 7-14 Global G.A.P. の適合基準と WFP 算定に必要な項目の関連

評価対象	水利用の形態	項目	Global G.A.P. の適合基準を WFP 算定に活用できるか	備考
水量に係る項目	直接消費	降水の使用量	△	圃場の場所・日付から推定可能
		灌漑水量	○	—
		施肥・防除に係る水量	△	施肥、防除に使用する商品名や施肥方法から推定可能
	間接消費	施肥量	○	—
		農薬使用量	○	—
		施肥・農薬散布に係るエネルギー量	△	施肥・防除の方法、使用する農業機器から推定可能
水質に係る項目	排水	茶園からの流出物質	×	文献値等から推計の必要あり

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.4 WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討

◆ Global G.A.P による収集データの WFP 算定への活用可能性の検討

- ・ 灌漑水量、施肥量、農薬散布量のデータが活用可能
 - Global G.A.P には、灌漑水量、施肥量や防除で使用した農薬の散布量等を「記録」しておく適合基準がある。したがって、間接的な水消費に係る肥料および農薬施用量は WFP 算定にデータを活用できる可能性が高い。
- ・ 降水由来の水の消費量は、圃場の位置情報等から推定可能
 - 直接的な水消費について、灌水量は記録対象となっているが、降水の利用等については Global G.A.P の記録対象となっていないため、推定する必要がある。
 - ただし、圃場の場所および農作業管理にかかる日付から、位置情報および評価対象期間を設定し、統計情報等から降水由来の水の消費量を推定できると考えられる。
- ・ 施肥・農薬に係るエネルギー量は、使用する農業機械から推定可能
 - 施肥・農薬に係るエネルギー量は、Global G.A.P の記録対象となっていないため、推定する必要がある。
 - ただし、施肥・防除の方法、使用する農業機器を記載する項目があるため、使用機器の仕様等から、施肥・農薬に係る燃料や稼働時間等を推定できる可能性がある。
- ・ 水質に係るデータは、別途文献値等から推定する必要
 - 窒素溶脱量等の排水にかかる事項については記録の義務がない。したがって、文献値等を参考に別途情報収集して推定する必要がある。

図表 7-15 GLOBAL GAP「農作物基本」管理点及び適合基準における「記録」に係る事項の整理

* 「記録」に係る事項のうち、WFP の算定にも活用可能と考えられる項目をオレンジで網掛けした。

項目	管理点	適合基準	レベル	WFP 評価で活用可能な項目	
トレーサビリティ	登録農産物は、生産された GLOBAL GAP 農場や生産物取扱い施設までトレース（遡って追跡）できるか	収穫時の情報が栽培記録上の生産物ロット、もしくは特定の生産者の農場名とリンクしなければならない。	Major must		
品質と植物の健康	種子の品質について保障した文書があるか。	種子の品質記録/証明を保管・閲覧できる。（品種の純度、品種名、バッチ番号および種子販売業者）	Recommend		
	購入した種苗（種子、台木、苗木、苗、挿し木等）の品質保証書または、種苗の生産に関する認証を保証する文書があるか。	種苗（種子、台木、苗木、苗、挿し木等）が、合法的であること（国の法律による定めが無い場合は、業界組織によるガイドラインに適合していることを）を示す記録	Minor must		
	農場内の施設での育苗の際には、植物の健康のための品質管理システムを運用しているか	目に見える病虫害発生の徴候を監視するシステムも含めた品質管理システムを整備し、最新の記録が閲覧可能	Minor must		
薬品処理と粉衣	購入したすべての種苗（種子、台木、苗木、苗、挿し木等）において行われた化学的処理は記録されているか	種子または一年生作物の根茎に生産者が処理を行う場合、使用した製品名、対象となる害虫及び病気についての記録を保持しなければならない	Minor must	○	種苗に係る化学的処理の情報（ただし、処理量に関する物理量は義務でない）

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.4 WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討

項目	管理点	適合基準	レベル	WFP 評価で活用可能な項目	
	農場内で育苗する場合、繁殖種苗への作物保護製品の処理について記録しているか	農場内での育苗では購入した繁殖種苗に使用したすべての農薬の記録が閲覧でき、記録には場所、日付、商品名、有効成分、作業者、承認者、使用理由、使用量、使用機器が含まれている	Minor must	○	認証農場内で育苗する場合の農薬等の種類・使用量
遺伝子組み換え作物	GMO 作物の植え付け、試験栽培は生産国のすべての関連法規に適合しているか	生産国で適用される法律の写しを保持し、それに従い順守していること。特定の変更事項または固有の識別情報、もしくはこれら両方について記録しなければならない	Major must		
	GMO 作物を栽培している場合、関連文書類が閲覧可能か。	生産に関する記録文書を維持しなければならない	Minor must		
圃場履歴と圃場管理	播種/定植率、播種/定植日を記録しているか	播種/定植率、日付についての記録を付けており、閲覧可能である	Minor must	○	WFP 評価対象となる年度の特定が可能(降水量データを使用する際の年度が特定可能)
養分要求量	全ての施肥は作物に特有な栄養要求性や土壌の状態を考慮して行っているか	生産者は作物の養分要求量及び土壌の肥沃度を考慮していることを示すことができなければならない。その証拠となる分析記録等を示す必要がある。	Minor must		
施肥記録	どこの圃場、果樹園または温室か	全ての施肥について、地理的な地域、認証登録作物の作られている圃場、果樹園および温室の名称と関連付けられている情報を記録しなければならない。水耕栽培や溶液栽培についても同様に記録保持の必要がある。	Minor must	○	WFP 評価対象となる圃場の特定が可能(特性化係数を設定する地域、気象データを使用する地域の特定)
	施肥日	全ての施肥記録上に、正確な施肥日を記録しておく必要がある	Minor must		
	施肥の種類	全ての施肥記録上に、商標名、肥料の種類(例;N,P,K)および濃度(例;17,17,17)を記録していること	Minor must	○	施肥の種類を推定可能
	施肥量	全ての施肥記録上に、使用する製品モニタリングの量を重量または体積で記録しておくこと。実際の施肥量が常に推奨される施肥量と同じと限らないため、必ず記録すること。	Minor must	○	施肥量を推定可能
	施肥の方法	全ての施肥記録上に、使った散布機械の種類や施肥方法(例えば灌漑施肥、機械散布)を記録。可能であれば、使用した機械を詳しく記録しなければならない	Minor must	○	施肥に係る農業機械のエネルギー量推定の参考
	作業者の詳細	全ての施肥記録上に、施肥を行った作業者の氏名を記録しておかなければならない。	Minor must		
肥料の保管	無機肥料の最新の在庫記録、または閲覧可能な使用記録があるか。	在庫記録(肥料の種類と量)が閲覧可能で、最低3か月に1度は行使されていること	Minor must		

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.4 WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討

項目	管理点	適合基準	レベル	WFP 評価で活用可能な項目	
灌漑の必要性の予測	作物が水をどれだけ必要としているか、系統的に予測する方法を利用しているか	データ記録によって裏付けされた灌漑の必要量計算ができるか。 (例;雨量計、培地用の排水トレー、蒸発計、土壌水分張力計)	Recommend	○	灌漑水量(河川水の使用量)推定の参考になる
灌漑/灌漑施肥の方法	水資源保護の観点から、採用している灌漑方法の正当な根拠を示すことができるか	水の無駄遣い防止。灌漑システムの利用が効果的であり、生産者は技術的に有効で、手ごろな価格設定である最も効果的な灌漑システムを使用し、水利用における地域のあらゆる制約に関する法律に従っていることが要求される	Major must	○	灌漑実施に当たって必要な機器のエネルギー量推定の参考
	水の使用量を適正にし、無駄を減らすための水管理プランがあるか。	農場における効率的な水の利用を目的とする行動計画が文書化されていること。	Recommend	○	水に関連する”こだわりの取組”の特定
	灌漑/灌漑施肥に使用した水量を記録しているか	水量計ごと、または灌漑区域ごとの日付と水量を示した記録がある。	Recommend	○	灌漑水量の特定
灌漑用水の品質	未処理の汚染を灌漑/灌漑施肥に使用することを禁止しているか	灌漑/灌漑施肥に未処理の汚水を使用してはいけない。	Major must		
防除記録	作物名および品種名	全ての防除記録上に、処理した作物の名前および品種名、またはそのいずれかを記録していなければならない	Major must		
	散布場所	全ての防除記録上に、地理的な区域、作物がある農地、果樹園または温室の名称または関連づけられる情報を記録しておくこと	Major must	○	WFP 評価対象となる圃場の特定が可能(特性化係数を設定する地域、気象データを使用する地域の特定)
	散布日	全てのほう助記録上に、正確な散布日(実際の散布日)を記録していること。	Major must	○	WFP 評価対象となる年度の特定が可能(降水量データを使用する際の年度が特定可能)
	商品名および有効成分名	全ての防除記録上に、完全な商品名(剤形をふくむ)及び有効成分もしくは学名での有益な生物の名称を記録しておくこと。有効成分は記録され、商品名から有効成分がわかること。	Major must	○	農薬の成分名が特定可能
	作業者	防除記録上で、農薬散布を行った作業者を特定していること	Minor must		
	散布の妥当性	全ての防除記録上に、処理した病害虫または雑草の名称を記録していること。	Minor must		
	散布の技術責任者	作物保護製品の使用及び適用量を決定する技術責任者名を記録していること	Minor must		
	散布した製品の量	全ての防除記録上に、重量又は体積、または水の全量及びリットルあたりの薬のグラム数、または国際的に認められた単位で散布することになっている作物保護製品の量を記録していること	Minor must	○	農薬散布量を推定可能

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.4 WFP 算定に必要なデータ取得に係る既存制度や取組との親和性の検討

項目	管理点	適合基準	レベル	WFP 評価で活用可能な項目	
	使用した防除機器名称	散布した農薬すべてにつき、防除機械の種類、散布方法（背負い式噴霧器、大容量散布等）について、すべての防除記録上に詳細に記録していること	Minor must		
	使用後の出荷制限期間（収穫前期間）	全ての作物保護製品の散布について、製品ラベルや他の情報源で閲覧できる収穫前期間を記録していること	Major must		
あまった混合済散布液の処分	余った混合済散布液やタンクのゆすぎ液は、国や自治体の規制や、食品安全や環境基準に従っているか	混合液やタンクのゆすぎ液の残りは、食品安全や環境基準に従って廃棄され、記録保持が要求される	Minor must		
残留農薬分析	当該諸国の最大残留基準に適合するかどうかを確定するためのリスク評価を完了しているか	リスク評価結果について、残留分析結果、第三者による作物保護製品残留モニタリングシステムに関する最新の文書証拠や記録が提示可能であること	Major must		
	作物保護製品の最新の保管一覧表もしくは使用記録が閲覧可能か	保管内容（種類および量）を記した他に閲覧可能であり、3 か月に一度更新されていること	Minor must		
肥料および作物保護製品に分類されない適用物質	肥料および作物保護製品に分類されない、作物または土壌に施される物質がある場合は、記録しているか	自家製作作物保護製品、植物強化剤、土壌改良剤、その他の物質を認証作物に使用する場合、物質名（どの植物の由来か）、商品名、圃場、日付、両を含める必要がある	Minor must		

7.4.2. WFP 算定に係るデータ記録・整理を行うメリット

WFP 算定に係るデータ記録や整理により、副次的に得られるメリットとして考えられる点を図表 7-16 に示す。

図表 7-16 既存制度や取組の実施によって副次的に得られるメリット（例）

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・ インベントリデータを記録、集約・整理することによる物質収支・エネルギー収支の精査・ インベントリデータの情報開示による取引先や消費者からの信頼性の向上・ データ記録の実績を活用した、Global G.A.P 認定に係る申請のしやすさ向上 |
|--|
- ・ インベントリデータを記録、集約・整理していること自体が、取引先や消費者から「然るべき管理を行っている生産者（または事業者）である」と評価されることを、生産者や事業者自身が認識することも、普及・啓発の一つである。
 - この場合、消費者が「WFP 算定している製品・事業者は、インベントリデータを整理しているから WFP 算定ができる」点についての理解が進むことが重要である。
 - つまり、トレーサビリティを確保し、施肥や農薬散布量も含めた農産物生産にかかる物質収支・エネルギー収支等を管理しているからこそ、WFP の算定が可能となる点を、消費者に対してわかりやすい形で情報提供することも必要である。

7.5. 事業者における WFP 普及に向けた方策（案）の検討結果まとめ

事業者に対する WFP の普及にむけた基本的考え方として、「WFP とは何かの周知（基本的概念の浸透）」と合わせ、必要と考えられる観点・コンテンツを整理した。

A) WFP 算定にかかるプラットフォームの構築

- ・ WFP の位置づけや活用方法の明確化
 - WFP は、事業者（生産者、加工業者、卸売・小売業者等）の “こだわりの取組実施” による WFP 削減効果の指標（努力の証明） と位置付け。
 - 基本理念が農林水産省の HP に掲載されるか、WFP 算定に係るガイドラインが策定される等、事業者が取組に当たって「根拠」にできるものがあると良い。
- ・ 自身の環境影響の大小を「見える化」
 - 事業者自身が、自らの製品・組織の WFP を把握し、平均的な同業者等と比べてどの程度かを把握・理解。
 - 自らの製品の環境影響の側面からの価値を客観的に把握するための手段として、事例集や簡易ツール等が考えられる。
- ・ “こだわりの取組” による WFP 削減事例の知見を蓄積・情報提供
 - 情報提供の手段のひとつとして、事業者自らが、自社製品等の環境影響が、平均的な環境影響と比較して、どの程度であるか位置づけを把握するために、手段として事例集があげられる。
 - 事例集では、どのような取組をすれば、どの程度環境影響を削減できるかという技術的側面のほか、製品や地域ごとに、最低限データ把握すべき、特に重要な影響領域・項目が示されている（最低限、注意すべき項目が何かを理解できる）ことが重要
 - この他、WFP の活用方法に係る事例も興味を持ってもらう参考事例となる。
- ・ WFP 算定を体験・学習可能な簡易ツールの整備
 - WFP の算定・活用に興味を持った事業者が、最低限のデータ入力のみで算定可能な簡易ツール（無料）が有用（図表 7-9）。
 - ツールの操作を進めるうちに、自社製品（自らの農園の農産物）が平均的な事業者の環境影響に対して、どの程度の環境影響があるか、自身の位置づけが把握できる学習的な側面があると望ましい。

B) 既存制度を活用したデータ収集・WFP 算定の好循環システムの構築

- ・ 既存制度との融合の可能性の検討
 - ISO や Global G.A.P、記帳運動等、既存制度の範囲で WFP 算定に必要なデータ取得を、一部兼ねることができる。
 - 既に、何等かの認証制度の取得を通じて、インベントリデータ等を取得・整理している事業者に対しては、WFP 算定のために追加取得すべきデータ（現在の取組の範疇で活用可能なデータ）が何かを明示することが、WFP 算定の取組への近道である。
 - また、既存制度の範疇で、事業活動にかかるデータ記録、整理に慣れている事業者に対しては、+α の労力だけで WFP 算定が算定できることを示す必要がある。（新規にデータ収集・整理作業が発生し、膨大な手間がかかるイメージがあるのであれば払拭すべき。）
 - 製品製造に係るデータ記録や整理が未実施の事業者に対しては、データの記録、集計・整理、算定の手順の理解浸透を進める必要がある。また、データ記録の延長で、Global G.A.P 認証制度や記帳運動等にも対応可能であること、生産コスト管理として投入物資やエネルギーの精査にも活用可能であること等の副次的なメリットを示す必要がある。
 - ただし、いずれの場合においても、燃料・エネルギーに係る項目等は工場単位でデータ整理している可能性があり、生産量や稼働状況等から、これを製品単位にするための技術的なサポートは必要。
- ・ “こだわりの取組”を通じた WFP 削減に対する表彰や補助金制度の制度的対応等
 - 経済的インセンティブにつながる可能性（省エネ大賞のイメージ）。
 - この他、民間企業による GAP 制度のように、WFP の算定や“こだわりの取組”実施が調達基準になること等、制度的整備も WFP 算定のインセンティブにつながるか。

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.5 事業者における WFP 普及に向けた方策（案）の検討結果まとめ

◆ 検討会等でご指摘いただいた WFP 普及啓発に係る委員のご意見

ご指摘の観点	内容
WFP 普及に係る政策について	・ 今後の出口戦略の一つとして、冬季湛水の取組に対する補助金事業があるように、<u>“こだわりの取組” 実施に係る補助金制度等があれば、各行政がそれを根拠に取組しやすくなる。</u> ・ この時、金額の大小はさほど問題ではなく、<u>“こだわりの取組” について補助金制度がある</u>という事実が重要であり、これが取組に向けた“旗振り”となるのではないかと。
既存制度との融合について	・ “こだわりの取組” や WFP の算定は <u>JAS 規格とうまく融合</u>できれば良いのではないかと。 ・ 農産物の輸出を見据えた場合は、<u>ISO9001 や CMP(適正製造規範：Good Manufacturing Practice)</u>等の取得をしている工場が多い。 ➢ <u>したがって、GAP 制度だけでなく、このような制度の範囲で取得しているデータ等との関連もわかれば、ISO を取得している事業者は、その取組の中で WFP 算定に必要なデータのうち何と何をカバーできている</u>等がわかりやすいだろう。 ・ <u>水への影響が大きい地域や製品であれば、データの記録をせずとも良いように、認証制度等の基準を変えてもらう働きをするという観点もある。</u> ➢ データを詳細に記録するのは労力がかかるため、環境影響全体を見て、どの影響領域が重要なのか、そのためにどのようなデータ項目が必要なのか、データ取得すべき項目を最低限に絞りこむという考え方が、事業者向けに対しては重要だろう。 ・ 影響領域も、水だけでなく、生物多様性や CO2 等の観点がある。また、認証制度も様々ある中で、<u>相互の影響領域、相互の認証制度の関係性をどう捉えるのか、総合的な視点が必要である。</u>
WFP の見せ方、活用方法について	・ <u>WFP については、必ずしも定量データが表に出ずとも良いのではないかと。</u> ➢ <u>例えば、製品に係る環境負荷が、当該製品の平均的な環境負荷に比べて 3 割削減なら「B 判定」、半減なら「A 判定」等のように表示される形の方がわかりやすく良いのではないかと。</u> ・ また、<u>「環境版モンドセレクション」のような、定量データをベースにした認証されている事実があることが良いのではないかと。</u> ➢ <u>なお、“こだわりの取組” については、取り組んでいるだけで良しとしてもよいかもしれない。</u> ・ 最終的には、森林税のような制度があれば良いかもしれないが、まずは“こだわりの取組” についての考え方を示し、後は各事業者がその仕組みを上手に使えば利益につながるという流れがあるのではないかと。

第Ⅲ部 農林水産分野における WFP 普及・啓発方法の検討

7 WFP 普及に向けた検討

7.5 事業者における WFP 普及に向けた方策（案）の検討結果まとめ

ご指摘の観点	内容
消費者への WFP 普及策について	・ 消費者に対しては、情報の出し方が重要でないか。例えば、WFN 等の海外の WFP 算定結果を先に見せ、<u>どれだけ我々の生活が水と深くかかわっているかを知ってもらうことが重要である。</u> ➢ その上で、地産地消によって環境負荷がどの程度下がるかといった点や、事業者が WFP 算定可能な情報整理をしていることがすぐれているという点を示す仕組みがあると良い。 ➢ まずは、<u>現実を知るための教育ツールとして、正しく現実を知るための気づきのツールとして WFP が活用できると良い。</u> ・ 「WFP 等の取組が勉強になる」というモチベーションで勉強会やシンポジウムに参加するタイプの消費者に対しては、自主的に情報収集をするので、情報が Web に掲載されているだけでも十分だろう。 ➢ この時、「知らないところで水が使われている」という事実がわかりやすい形で示されていることが重要である。 ➢ 「環境負荷の大小がわかればよい」というタイプの消費者に対しては、<u>第三者認証等によって「環境に良いか、悪いかな」の情報があることが良い。</u>（このタイプにとって、良い理由等はそこまで重要でないかもしれない。） ・ このような認証は、<u>政府や学際機関による科学的サポートに基づくものであるべきである。</u> ➢ 例えば、<u>ホットスポット分析では、環境影響の観点から、製品のどの部分が重要になるかを科学的に評価して、ホットスポットとなりうる項目を選定する。</u>このように重要な項目については、<u>エコマーク等既存制度の判断基準を手厚くしてもらえないか等の取組も行っている。</u>（これが審査基準の解説書になるイメージである。） ・ 消費者にとっては、正直なところ「環境に良い製品」という点では響かないかもしれない。むしろ、「おいしい」「健康に良い」といった自分自身に対してメリットがある方が購入のインセンティブとなる。むしろ、「環境配慮」の観点は、あたり前の取組と認識されがちで、付加価値とはならないのでないか。 ・ そのため、<u>政策や法律的な位置づけがあると、事業者としては取組の理由になる。</u>