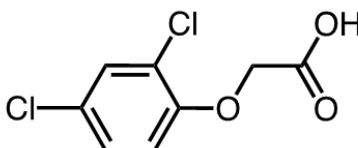


## 飼料中の農薬（2,4-D）の成分規格の改正（概要）

飼料中の2,4-Dについては、食品のポジティブリスト制度の導入に伴い、平成18年5月に暫定的に牧草及び穀類に最大残留基準値（以下「基準値」という。）を設定。

令和5年12月20日の農業資材審議会飼料分科会飼料安全部会家畜・養魚用飼料小委員会において、2,4-Dの基準値の見直しについて審議され、その結果、基準案のとおり差し支えないとされた。

| 評価物質          | <div>・ ISO 名：2, 4-D</div> <div>・ IUPAC 名：2, 4-dichlorophenoxy acetic acid</div> <div>・ フェノキシ系の除草剤。国内及び海外（米国、カナダ、豪州等）で登録されており、遺伝子組換え技術による 2, 4-D 耐性作物への適用もある。</div> <div>2, 4-D は、様々な塩またはエステルの形態として製剤化され使用されている。</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 構造式                                                                                            |        |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|--|--|-----|-----|--------|-----|------------|----------|---|----|------------|----------|---|----|------------|----------|---|--------|------|------|------|-----|------------|----------|---|-----|------------|----------|---|----|------------|------------|---|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <div></div> |        |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 食品安全<br>委員会評価 | <div>・ ADI（許容一日摂取量）：0.0099 mg/kg 体重/日</div> <div>・ ARfD（急性参照用量）：0.15 mg/kg 体重</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                |        |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 飼料の規制対象物質と基準値 | <div>代謝試験の結果、分析法の対象物質等を考慮し、飼料の規制対象物質は、2, 4-D 並びにその塩及びエステル体とする。なお、食品衛生法と合わせて、「2, 4-D」は「2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸」へと変更する。</div> <div>作物残留試験の結果等から、飼料中の残留基準を下表のとおり改正する。</div> <table><tr><th rowspan="2">飼料の原料</th><th colspan="3">基準値（mg/kg）</th></tr><tr><th>改正前</th><th>改正後</th><th>食品（参考）</th></tr><tr><td>えん麦</td><td><u>0.5</u></td><td><u>2</u></td><td>2</td></tr><tr><td>大麦</td><td><u>0.5</u></td><td><u>2</u></td><td>2</td></tr><tr><td>小麦</td><td><u>0.5</u></td><td><u>2</u></td><td>2</td></tr><tr><td>とうもろこし</td><td>0.05</td><td>0.05</td><td>0.05</td></tr><tr><td>マイロ</td><td><u>0.5</u></td><td><u>2</u></td><td>2</td></tr><tr><td>ライ麦</td><td><u>0.5</u></td><td><u>2</u></td><td>2</td></tr><tr><td>牧草</td><td><u>260</u></td><td><u>400</u></td><td>－</td></tr></table> <div>・ 下線は改正部分。</div> |                                                                                                | 飼料の原料  | 基準値（mg/kg） |  |  | 改正前 | 改正後 | 食品（参考） | えん麦 | <u>0.5</u> | <u>2</u> | 2 | 大麦 | <u>0.5</u> | <u>2</u> | 2 | 小麦 | <u>0.5</u> | <u>2</u> | 2 | とうもろこし | 0.05 | 0.05 | 0.05 | マイロ | <u>0.5</u> | <u>2</u> | 2 | ライ麦 | <u>0.5</u> | <u>2</u> | 2 | 牧草 | <u>260</u> | <u>400</u> | － |
| 飼料の原料         | 基準値（mg/kg）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |        |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
|               | 改正前                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 改正後                                                                                            | 食品（参考） |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| えん麦           | <u>0.5</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>2</u>                                                                                       | 2      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 大麦            | <u>0.5</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>2</u>                                                                                       | 2      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 小麦            | <u>0.5</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>2</u>                                                                                       | 2      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| とうもろこし        | 0.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.05                                                                                           | 0.05   |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| マイロ           | <u>0.5</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>2</u>                                                                                       | 2      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| ライ麦           | <u>0.5</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>2</u>                                                                                       | 2      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 牧草            | <u>260</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>400</u>                                                                                     | －      |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |
| 経緯            | <div>・ 平成18年5月29日：飼料中の 2, 4-D の暫定基準値を設定</div> <div>・ 令和5年12月20日：農業資材審議会飼料分科会飼料安全部会家畜・養魚用飼料小委員会（審議）</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                |        |            |  |  |     |     |        |     |            |          |   |    |            |          |   |    |            |          |   |        |      |      |      |     |            |          |   |     |            |          |   |    |            |            |   |

# 飼料の基準値設定に係る評価書

## (農薬：2，4－D)

### 目次

|    |                      |    |
|----|----------------------|----|
| 1  | 基準値を設定又は改正する理由       | 1  |
| 2  | 評価対象物質の概要            | 1  |
| 3  | 作物における代謝試験（非遺伝子組換え体） | 3  |
| 4  | 作物における代謝試験（遺伝子組換え体）  | 5  |
| 5  | 動物における代謝試験           | 7  |
| 6  | 分析法                  | 9  |
| 7  | 規制対象物質及び暴露評価対象物質     | 12 |
| 8  | 作物残留試験の結果及び基準値案      | 13 |
| 9  | 家畜の残留試験              | 24 |
| 10 | 畜産物中の残留濃度の推定         | 25 |
| 11 | まとめ                  | 28 |

令和5年12月20日

農林水産省消費・安全局畜水産安全管理課

## 1 基準値を設定又は改正する理由

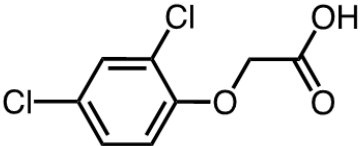
飼料中の 2,4-D については、平成 18 年 5 月に牧草及び穀類に最大残留基準値（MRL。以下「基準値」という。）が設定されている。

現在の基準値は、暫定的に定められたものであることから、農薬抄録、JMPR の評価書、食品健康影響評価結果（農薬評価書）等に基づき、飼料中の 2,4-D の基準値の見直しを検討した（暫定基準の見直し）。

## 2 評価対象物質の概要

2,4-D を成分とする農薬は、フェノキシ系の除草剤で、オーキシン作用により植物の分裂組織を異常に活性化して奇形を生じ、さらに呼吸の異常増進等によって生理機能を攪乱させることで除草効果を示すと考えられている。

また、2,4-D は様々な塩またはエステル形態で製剤化されている。

| 構造式                                                                                | ISO 名  | 2,4-D                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------|
|  | IUPAC  | 2,4-dichlorophenoxy acetic acid                              |
|                                                                                    | CAS No | 94-75-7                                                      |
|                                                                                    | 分子式    | C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|                                                                                    | 分子量    | 221.0                                                        |
|                                                                                    | 水溶解度   | 23 g/L (pH 7, 25°C)                                          |
|                                                                                    | 分配係数   | log Pow -0.75 (pH 7)                                         |
|                                                                                    |        |                                                              |

### （１）国内外における飼料作物に対する適用

2,4-D を成分とする農薬は、国内では、水稻及びさとうきびに対して適用がある。また、海外では、米国、カナダ、豪州等で登録されており、遺伝子組換え技術による 2,4-D 耐性作物への適用もある。

### （２）国内外の飼料原料に対する基準値

飼料中の 2,4-D を成分とする農薬は、国内では、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」（昭和 28 年法律第 35 号。以下「飼料安全法」という。）に基づく「飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令」（昭和 51 年農林省令第 35 号）により、飼料の原料に基準値が設定されている（表 1）。また、局長通知<sup>1</sup>において、稲わらに基準値が設定されている。

Codex 委員会では、穀類及びその茎葉に基準値が設定されている。米国では、穀類及びその茎葉並びに牧草に、豪州では穀類に基準値が設定されている。

規制対象物質については、国内では、飼料に関して、2,4-D、2,4-D ナトリウム塩、2,4-D ジメチルアミン塩、2,4-D エチル、2,4-D イソプロピル、2,4-D ブトキシエチル及び 2,4-D アルカノールアミン塩が含まれるものであるとしている。食品についても同様であったが、「食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件（令和 3 年厚生労働省告示

<sup>1</sup> 「飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について」（昭和 63 年 10 月 14 日付け 63 畜 B 第 2050 号農林水産省畜産局長通知）

第 408 号。) 」により、「2,4-D」の名称が「2,4-ジクロロフェノキシ酢酸」に変更され、その際、規制対象物質を 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸並びにその塩及びエステル体を 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸に換算したものの和とするとされた。また、Codex 委員会における規制対象物質は、厚生労働省と同様である。

表 1 主要な飼料の基準値 (ppm 又は mg/kg)

| 飼料の原料       | 日本               |      | 米国              | 豪州                        | Codex<br>委員会     |
|-------------|------------------|------|-----------------|---------------------------|------------------|
|             | 飼料               | 食品   |                 |                           |                  |
| 大麦 (種子)     | 0.5              | 2    | 2.0             | 0.2<br>(cereal<br>grains) | —                |
| 小麦 (種子)     | 0.5              | 2    | 2.0             |                           | 2                |
| とうもろこし (種子) | 0.05             | 0.05 | 0.05            |                           | 0.05             |
| えん麦 (種子)    | 0.5              | 2    | 2.0             |                           | —                |
| マイロ (種子)    | 0.5              | 2    | 0.2             |                           | 0.01             |
| ライ麦 (種子)    | 0.5              | 2    | 2.0             |                           | 2                |
| イネ科乾牧草      | 260 <sup>1</sup> | /    | 300             | /                         | 400              |
| 穀類の茎葉       |                  |      | 50 <sup>2</sup> |                           | 100 <sup>3</sup> |
| 稲わら         | 1                |      | —               |                           | 10               |

1 牧草として設定 (90%DM (水分含量 10%))

2 大麦、小麦、えん麦及びライ麦の茎葉

3 小麦の茎葉

### (3) 許容一日摂取量 (ADI) 及び急性参照用量 (ARfD)

食品安全委員会は、ADIについては、ラットを用いた 2 年間の慢性毒性/発がん性併合試験で得られた無毒性量の 0.99 mg/kg 体重/日を根拠として、安全係数 100 で除した 0.0099 mg/kg 体重/日を ADI と設定している。ARfD (急性参照用量) については、ラットを用いた急性神経毒性試験で得られた無毒性量の 15 mg/kg 体重を根拠として、安全係数 100 で除した 0.15 mg/kg 体重を ARfD と設定している。また、暴露評価対象物質 (ヒトでの摂取量評価に用いる対象物質) については、農産物にあつては 2,4-D 及び 2,4-DCP (代謝物 C)、畜産物にあつては 2,4-D としている。

JMPR (1996、2001) では、イヌを用いた 1 年間の慢性毒性試験で得られ無毒性量の 1 mg/kg 体重/日及びラットを用いた 2 年間の慢性毒性/発がん性併合試験で得られた無毒性量の 1 mg/kg 体重/日を根拠として、安全係数 100 で除した 0.01 mg/kg 体重/日を ADI とし、ARfD については設定の必要はないとしている。また、暴露評価対象物質を 2,4-D の総和と評価している。

(食品安全委員会)

ADI 0.0099 mg/kg 体重/日

ARfD 0.15 mg/kg 体重

### 3 作物における代謝試験（非遺伝子組換え体）

主に飼料利用される作物（水稻及び小麦）について、代謝試験が実施されており、飼料利用部位において 10%TRR 以上認められた代謝物は、小麦の茎葉及び麦わらの代謝物 G（2,4-D の糖抱合体）であった。

主な代謝試験の結果は以下のとおり。

#### （1）水稻

##### ① 葉面処理（水耕栽培）

2.5 葉期的水稻（品種不明）幼植物の第 2 葉の表面に  $^{14}\text{C}$ -2,4-D を 1  $\mu\text{g}$  塗布し、処理 168 時間後まで水耕栽培する吸収移行性試験が実施された。

処理 6、24、48、72、96 及び 168 時間後に試料を採取し、洗浄液（アセトン）で洗浄後、燃焼分析及びオートラジオグラフィーにより放射性物質を分析した。

処理葉表面（処理葉表面洗浄液）に残留する放射性物質は時間の経過とともに減少し、これに伴い処理葉内部の放射性物質は増加した。一方、茎葉、根部及び種籾への残留は極めてわずかであった。また、処理葉表面に残留する放射性物質は全て未変化の 2,4-D であった。

##### ② 葉面処理（土耕栽培）

幼穂形成期までポット栽培した水稻（品種：日本晴）の葉表面に、 $^{14}\text{C}$ -2,4-D を 231  $\mu\text{g}$ /ポットの用量で塗布し土耕栽培する代謝試験が実施された。

葉面処理 79 日後に地上部を刈り、表面をアセトンで洗浄後、玄米、籾殻及び稲わらに分け、アセトニトリル、酢酸エチルを用いて抽出後、LSC や RI-HPLC を用いて放射性物質を分析した。また、刈り取り後の根部及び土壌についても放射性物質を分析した（表 2）。

葉面処理された 2,4-D は処理葉表面から水稻体内へ吸収されたが、大部分は茎葉に留まり、根部、籾殻及び玄米への移行性は低かった。

稲わら中の残留放射性物質の主要成分は未変化の 2,4-D で、酢酸エチル相に 26.2%TRR（0.54 mg/kg）検出され、代謝物としては F が 1.3%TRR（0.03 mg/kg）検出された。また、同水相の加水分解により、2,4-D 及び代謝物 F の糖抱合体の存在が推察された。稲わらにおける残渣中放射性物質の 71.8%がヘミセルロース画分及びタンパク質画分に存在した。玄米では抽出残渣中放射性物質が 92.6%TRR を占め、その 69.4%がデンプン画分に存在した。

表2 葉面処理 79 日後の各試料における放射性物質の分布

| 試料       |       | 稲わら  | 玄米    | 粃殻   | 根部 <sup>a</sup> | 土壌 <sup>a</sup> |
|----------|-------|------|-------|------|-----------------|-----------------|
| 総残留放射性物質 | %TAR  | 54.6 | 0.2   | 0.1  | 7.6             | 7.7             |
|          | mg/kg | 2.06 | 0.04  | 0.05 | 0.21            | 0.01            |
| 抽出放射性物質  | %TAR  | 42.2 | 7.4   | 16.0 | —               | —               |
|          | mg/kg | 0.87 | <0.01 | 0.01 | —               | —               |
| 抽出残渣     | %TAR  | 57.8 | 92.6  | 84.0 | —               | —               |
|          | mg/kg | 1.19 | 0.04  | 0.04 | —               | —               |

／：分析されず

a：土壌中に放射性物質が検出された理由として、処理中又は栽培中に検体が茎葉から土壌に落ちたためと考えられた。

## (2) 小麦

2.2 葉期の小麦（品種不明）幼植物の第2葉の表面に  $^{14}\text{C}$ -2,4-D を 1  $\mu\text{g}$  塗布し水耕栽培する吸収移行性試験が実施された。

処理 6、24、48、72、96 及び 168 時間後に試料を採取し、洗浄液（アセトン）で洗浄後、燃烧分析及びオートラジオグラフィーにより放射性物質を分析した（表3）。洗浄液等は LSC 及び RI-HPLC を用いて放射性物質を分析した。

2,4-D は葉表面から速やかに吸収されたが、処理葉から他の部位への移行は極めて遅かった。

表3 葉面処理後の小麦幼植物における放射性物質の分布

| 試料採取時間     |       | 処理葉表面<br>洗浄液 | 表面洗浄後<br>の処理葉 | その他の<br>茎葉 | 根部   | 種粒   | 水耕液  |
|------------|-------|--------------|---------------|------------|------|------|------|
| 処理 6 時間後   | %TAR  | 45.9         | 26.4          | 0.7        | 0.2  | <0.1 | <0.1 |
|            | mg/kg | 5.3          | 3.0           | <0.1       | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 処理 96 時間後  | %TAR  | 15.8         | 46.0          | 1.3        | 0.5  | <0.1 | <0.1 |
|            | mg/kg | 2.7          | 7.9           | 0.1        | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 処理 168 時間後 | %TAR  | 8.2          | 42.9          | 1.0        | 0.5  | <0.1 | <0.1 |
|            | mg/kg | 1.2          | 6.3           | <0.1       | <0.1 | <0.1 | <0.1 |

## (3) 小麦（EH エステル）

分けつ期の春小麦（品種：Marshall）に、 $^{14}\text{C}$ -EH エステル（2,4-D エチルヘキシルエステルの炭素（位置不明）を  $^{14}\text{C}$  で標識したもの。以下同じ。）を 1.7 kg ai/ha の用量で茎葉散布し水耕栽培する代謝試験が実施された。

処理前並びに処理 2 時間、10 日及び 28 日後に未成熟の植物体を、また処理 48 日後に成熟した植物体を採取し、燃烧分析及び LSC により放射性物質を分析した（表4）。また、各試料を有機溶媒（ジエチルエーテル、エタノール、アセトニトリル）等で抽出、水酸化カリウム等で加水分解し、HPLC 分離後、GC-MS により残留物質を同定した。

植物体における総残留放射性物質は、散布後 2 時間の茎葉では 62.1～68.7 mg/kg 検出されたが、散布 28 日の茎葉では 23.7～25.4 mg/kg に減少した。散布 49 日後の麦わらでは 51.9～76.0 mg/kg に増加したが、これは成熟に伴う植物体の枯れ上がりによる見かけ上の増加と考えられた。成熟種子における残留放射性物質は極めて僅かで、0.252～0.259 mg/kg の範囲にあった。

茎葉及び麦わらにおける主要代謝物は G (2,4-D の糖抱合体) であり、その他の代謝物として C、F 及び H が少量検出された。種子では僅かな放射性物質が 2,4-D 及び代謝物 G として同定され、約 45%TRR がタンパク質、デンプン及びセルロースに取り込まれていた。

表 4 各飼料における放射性物質の分布及び代謝

| 試料              |       | 総残留<br>放射性物質 | 2,4-D の<br>EH エステル | 2,4-D | 代謝物<br>C | 代謝物<br>F | 代謝物<br>G | 代謝物<br>H |
|-----------------|-------|--------------|--------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 散布 10 日後<br>茎葉  | mg/kg | 33.4         | 1.05               | 2.95  | 0.179    | 1.19     | 21.6     | 2.39     |
|                 | %TRR  | 100          | 3.1                | 8.8   | 0.5      | 3.5      | 64.3     | 7.1      |
| 散布 49 日後<br>麦わら | mg/kg | 54.3         | 1.13               | 3.33  | 0.587    | 1.63     | 35.8     | 5.56     |
|                 | %TRR  | 100          | 2.0                | 6.0   | 1.0      | 2.9      | 64.2     | 10.0     |
| 散布 49 日後<br>種子  | mg/kg | 0.252        | -                  | 0.004 | -        | -        | 0.014    | -        |
|                 | %TRR  | 100          | -                  | 1.3   | -        | -        | 4.7      | -        |

-: 検出されず

#### 4 作物における代謝試験（遺伝子組換え体）

2,4-D 耐性に係る遺伝子組換え作物には、*aad-12* 遺伝子、*aad-1* 遺伝子及び *ft\_t* 遺伝子を導入したものがある。これらの遺伝子発現タンパク質の作用によりアリルオキシアルカノエート系除草剤<sup>1</sup>が酸化され、除草活性のない化合物に変換される。例えば、導入遺伝子の発現タンパク質により、2,4-D が代謝物 C への分解を促進するとされている。（代謝物 C は水や環境中に存在している。）その結果、アリルオキシアルカノエート系除草剤の影響を受けずに生育することができるとされている。

主に飼料利用される作物（大豆及びとうもろこし）について、代謝試験が実施されており、飼料利用部位において 10%TRR 以上認められた代謝物は、青刈り茎葉及び乾草等の代謝物 C の糖抱合体であった。

主な代謝試験の結果は以下のとおり。

##### （１）大豆（DMA 塩）

大豆（2,4-D 耐性遺伝子組換え作物、AAD-12、イベント 416 系統）に、<sup>14</sup>C-DMA 塩を 1.12 kg ai/ha の用量で、出芽前、生育ステージ V4（第 5 葉節の葉が展開する時期）及び

<sup>1</sup> アリルオキシアルカノエート系除草剤には、合成オーキシニ型除草剤（例：2,4-ジクロロフェノキシ酢酸（以下「2,4-D」という。））とアリルオキシフェノキシプロピオネート（AOPP）型除草剤（例：ギザロホップ）がある。

R2（開花期）の3回散布し、2回目散布7日後並びに3回目散布22及び41日後に試料を採取して、代謝試験が実施された。

各試料における残留放射性物質の主要成分は、2,4-D、代謝物 C 及びその糖抱合体であった。青刈り茎葉及び乾草において、代謝物 C の糖抱合体が 10%TRR を超えて認められた（表 5）。

表 5 大豆試料における代謝物

| 試料           | 青刈り茎葉    |       | 乾草        |       | 成熟子実      |        |
|--------------|----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|
| 試料採取時期       | 2回目散布7日後 |       | 3回目散布22日後 |       | 3回目散布41日後 |        |
|              | %TRR     | mg/kg | %TRR      | mg/kg | %TRR      | mg/kg  |
| 総残留放射性物質     | 100      | 50.2  | 100       | 37.0  | 100       | 0.372  |
| 2,4-D        | 85.8     | 43.1  | 59.4      | 22.0  | 1.4       | 0.005  |
| 代謝物 C        | 7.1      | 3.56  | 1.4       | 0.518 | 0.1       | <0.001 |
| 代謝物 C の抱合体   | 11.3     | 5.66  | 23.1      | 8.54  | 7.8       | 0.030  |
| アセチルグルコース抱合体 | 10.4     | 5.22  | 13.4      | 4.97  | 0.2       | 0.001  |
| グルコース抱合体     | 0.8      | 0.381 | 7.0       | 2.57  | 3.0       | 0.011  |
| 二糖抱合体        | 0.1      | 0.055 | 2.7       | 1.00  | 4.6       | 0.018  |

## （２）とうもろこし（DMA 塩）

とうもろこし（2,4-D 耐性遺伝子組換え作物、AAD-1、イベント 278 系統）に、<sup>14</sup>C-DMA 塩を 1.12 kg ai/ha の用量で、出芽前、生育ステージ V4（4 葉期）及び V8（8 葉期）の 3 回散布し、最終散布 42 及び 66 日後に試料を採取して、代謝試験が実施された。

各試料における残留放射性物質の主要成分は 2,4-D であり、いずれの試料においても代謝物 C の糖抱合体が 10%TRR を超えて認められた。子実及び穂軸中の残留放射性物質の濃度は 0.032 及び 0.014 mg/kg であり、抽出放射性物質の濃度が低かったため、成分の分析は実施されなかった。子実では 20.6%TRR（0.007 mg/kg）がデンプン中に認められた（表 6）。

表 6 とうもろこし試料における代謝物

| 試料         | 青刈り茎葉      |       | 飼葉         |       |
|------------|------------|-------|------------|-------|
| 試料採取時期     | 最終散布 42 日後 |       | 最終散布 66 日後 |       |
|            | %TRR       | mg/kg | %TRR       | mg/kg |
| 総残留放射性物質   | 100        | 3.02  | 100        | 4.18  |
| 2,4-D      | 77.4       | 2.34  | 56.5       | 2.36  |
| 代謝物 C      | 2.3        | 0.069 | 1.7        | 0.072 |
| 代謝物 C の抱合体 | 20.0       | 0.604 | 20.2       | 0.845 |
| 二糖抱合体      | 13.0       | 0.391 | 8.3        | 0.347 |
| グルコース抱合体   | 7.0        | 0.212 | 11.9       | 0.497 |

## 5 動物における代謝試験

### (1) ラット

$^{14}\text{C}$  で標識した 2,4-D を用いたラットの代謝試験の結果、特定の組織に蓄積する傾向はみられず、投与後 24 時間でほとんど未変化体のまま尿中に排泄された。

### (2) ヤギ

泌乳期のヤギ（品種不明、1 頭）に  $^{14}\text{C}$ -2,4-D を飼料中濃度 483 mg/kg に相当する量で 3 日間連続経口投与する試験が実施された。尿、糞及び乳が投与期間中に経時的に採取され、筋肉、脂肪及び臓器が最終給与から 24 時間以内に採取された。

各試料は、燃焼法及び/又は LSC により放射性物質を分析した（表 7）。投与開始後 3 日間の放射性物質量は、尿で 82%TAR、糞で 8%TAR 認められ、その他の試料はいずれも 0.1%TAR 未満であった。

また、排泄物及び肝臓を除く試料を、有機溶媒（ジエチルエーテル、ヘキサン、ジクロロメタン等）及び水溶性溶媒で抽出し、肝臓はパンクレアチンで処理した後、有機溶媒（ジエチルエーテル、ヘキサン、クロロホルム等）で抽出した。試料は HPLC で分離後、LSC により放射性物質を分析した。尿、肝臓、腎臓、脂肪及び筋肉中の主な残留物質は 2,4-D であった。可食部で 10%TRR 以上認められた代謝物はなかった。

表 7 ヤギにおける乳、組織及び臓器の放射性物質残留濃度

|    | 総残留放射性物質<br>(mg/kg) | 抽出放射能に対する% |                 |                 |                 |                      |                 |                  |
|----|---------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------------|
|    |                     | 2,4-D      | 代謝物 C           | 代謝物 K           | 無極性成分 1         | 無極性成分 2 <sup>1</sup> | 無極性成分 3         | 未同定 <sup>2</sup> |
| 尿  | 320                 | 97.8       | ND <sup>3</sup> | 1.8             | ND <sup>3</sup> | ND <sup>3</sup>      | ND <sup>3</sup> | 0.4              |
| 乳  | 0.202               | 47.0       | 5.0             | 6.9             | 1.0             | ND <sup>3</sup>      | ND <sup>3</sup> | 35.1             |
| 肝臓 | 0.224               | 20.5       | ND <sup>3</sup> | ND <sup>3</sup> | 14.7            | 17.9                 | 5.4             | 36.6             |
| 腎臓 | 1.44                | 53.6       | ND <sup>3</sup> | ND <sup>3</sup> | 10.3            | 22.0                 | 4.1             | 9.9              |
| 脂肪 | 0.088               | 45.4       | 2.3             | ND <sup>3</sup> | 3.4             | 13.6                 | ND <sup>3</sup> | 21.7             |
| 筋肉 | 0.037               | 37.8       | ND <sup>3</sup> | ND <sup>3</sup> | 2.7             | 24.3                 | ND <sup>3</sup> | 19.0             |

<sup>1</sup> GC/MS の分析結果は代謝物 D と一致したが、最終的に同定されなかった。

<sup>2</sup> （抽出物の合計） - （同定されたものの合計）

<sup>3</sup> 検出されず

### (3) 鶏

産卵鶏（品種不明、5 羽/群、3 群）に  $^{14}\text{C}$ -2,4-D を飼料中濃度 18 mg/kg に相当する量で 7 日間カプセル経口投与する試験が実施された。卵及び排泄物が投与期間中に経時的に採取され、筋肉、脂肪及び臓器については、最終給与から 22～24 時間でと殺された後に採取された。

各試料は燃焼後、LSC により放射性物質を分析した（表 8）。投与開始後 7 日間の放

放射性物質量は、排泄物で 90%TAR であり、その他の試料はいずれも 0.1%TAR 未満であった。卵中の放射性物質量は、給与開始後 7 日まで増加した。

また、各試料は有機溶媒（ジエチルエーテルやアセトニトリル等）で抽出後、酸性又は塩基性条件下で加水分解した。試料を HPLC で分離後、LSC により放射性物質を分析した（表 9）。卵及び肝臓中の主な残留物質は遊離の 2,4-D 及び代謝物 C（10%TRR 未満）であった。脂肪では、残留物質の大部分がアルカリ加水分解後に検出されたことから、抽出放射性物質の大部分が 2,4-D の抱合体であることが示唆された。

表 8 鶏における卵、組織及び臓器の放射性物質残留濃度

|                  | グループⅡ                           |      | グループⅢ                           |      | グループⅣ                           |      |
|------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|
|                  | 残留放射性物質<br>(mg/kg) <sup>1</sup> | TAR  | 残留放射性物質<br>(mg/kg) <sup>1</sup> | TAR  | 残留放射性物質<br>(mg/kg) <sup>1</sup> | TAR  |
| 卵（給与 1 日目）       | <0.002                          | <0.1 | <0.002                          | <0.1 | <0.002                          | <0.1 |
| 卵（給与 2 日目）       | 0.002                           | <0.1 | 0.003                           | <0.1 | 0.003                           | <0.1 |
| 卵（給与 3 日目）       | 0.006                           | <0.1 | 0.006                           | <0.1 | 0.006                           | <0.1 |
| 卵（給与 4 日目）       | 0.010                           | <0.1 | 0.010                           | <0.1 | 0.010                           | <0.1 |
| 卵（給与 5 日目）       | 0.014                           | <0.1 | 0.013                           | <0.1 | 0.009                           | <0.1 |
| 卵（給与 6 日目）       | 0.016                           | <0.1 | 0.016                           | <0.1 | 0.018                           | <0.1 |
| 卵（給与 7 日目）       | 0.018                           | <0.1 | 0.017                           | <0.1 | 0.019                           | <0.1 |
| 脂肪               | 0.029                           | <0.1 | 0.032                           | <0.1 | 0.023                           | <0.1 |
| 腎臓               | 0.705                           | <0.1 | 0.065                           | <0.1 | 0.791                           | <0.1 |
| 肝臓               | 0.025                           | <0.1 | 0.019                           | <0.1 | 0.046                           | <0.1 |
| 胸筋               | <0.002                          | <0.1 | <0.002                          | <0.1 | 0.002                           | <0.1 |
| 大腿筋              | 0.005                           | <0.1 | 0.004                           | <0.1 | 0.008                           | <0.1 |
| 心臓               | 0.011                           | <0.1 | 0.008                           | <0.1 | 0.028                           | <0.1 |
| 砂肝               | 0.142                           | <0.1 | 0.038                           | <0.1 | 0.118                           | <0.1 |
| 排泄物 <sup>2</sup> | 16 - 21                         | 95.9 | 15 - 19                         | 89.9 | 15 - 21                         | 89.4 |
| 合計               | —                               | 96.0 | —                               | 90.0 | —                               | 89.5 |

1 プールした試料を 3 回分析した平均値（2,4-D 遊離酸等量）

2 1 日目から 7 日目の試料の分析値の範囲

表 9 鶏における放射性物質の分布

|    | 総残留放射性物質<br>(mg/kg) | %TRR (遊離体及び抱合体) |                |      |
|----|---------------------|-----------------|----------------|------|
|    |                     | 2,4-D           | 代謝物 C          | 未同定  |
| 卵  | 0.0178              | 23.0            | 7.3            | 56.8 |
| 脂肪 | 0.0271              | 25.1            | — <sup>1</sup> | 67.6 |
| 肝臓 | 0.0297              | 18.2            | 4.4            | 59.7 |

<sup>1</sup> 検出されず

## 6 分析法

### (1) 飼料

飼料中の 2,4-D の主な分析法は、「飼料分析基準の制定について」（令和 5 年 12 月 1 日付け 5 消安第 4714 号農林水産消費・安全局長通知）に定められている（表 10）。

（液体クロマトグラフタンデム型質量分析計による単成分分析法（その 1）の概要）

試料から塩酸酸性アセトンで抽出し、液液分配により精製後、加水分解し、オクタデシルシリル化シリカゲルミニカラム、液液分配、グラファイトカーボン／エチレンジアミン－*N*－プロピルシリル化シリカゲル積層ミニカラムの順で精製し、液体クロマトグラフタンデム型質量分析計で定量する。

なお、試料中に 2,4-D ナトリウム塩、2,4-D ジメチルアミン塩、2,4-D エチル、2,4-D イソプロピル、2,4-D ブトキシエチル及び 2,4-D アルカノールアミン塩が含まれている場合には、試料中の 2,4-D 量に含まれる。

（液体クロマトグラフタンデム型質量分析計による単成分分析法（その 2）の概要）

試料から塩酸酸性アセトンで抽出し、加水分解した後、液液分配により精製し、液体クロマトグラフタンデム型質量分析計で定量する。

なお、試料中に 2,4-D ナトリウム塩、2,4-D ジメチルアミン塩、2,4-D エチル、2,4-D イソプロピル、2,4-D ブトキシエチル及び 2,4-D アルカノールアミン塩が含まれている場合には、試料中の 2,4-D 量に含まれる。

表10 飼料中の2,4-Dの分析法

| 分析法                                                             | 分析対象<br>物質 | 分析対象<br>飼料 | 定量下限<br>(mg/kg) | 添加<br>成分名    | 添加濃度<br>(mg/kg)      | 回収率<br>(%) | RSD <sub>r</sub><br>(%) |
|-----------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------------------------|
| 液体クロマトグラ<br>フタンデム型質量<br>分析計による単成<br>分分析法（その<br>1）（LC-<br>MS/MS） | 2,4-D      | 穀類         | 0.01            | 2,4-D        | 小麦<br>(繰返し 各 3)      |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 90.2       | 1.7                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.5                  | 86.0       | 5.0                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | とうもろこし<br>(繰返し 各 3)  |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.01                 | 91.3       | 5.7                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 78.7       | 2.9                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | ライ麦<br>(繰返し 各 3)     |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 84.8       | 4.7                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.5                  | 93.6       | 1.9                     |
|                                                                 |            |            |                 | 2,4-D<br>エチル | 小麦<br>(繰返し 各 3)      |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 94.7       | 1.9                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.5                  | 91.3       | 1.8                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | とうもろこし<br>(繰返し 各 3)  |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.01                 | 103        | 2.7                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 84.0       | 2.4                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | ライ麦<br>(繰返し 各 3)     |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.05                 | 96.2       | 1.7                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 0.5                  | 92.1       | 6.8                     |
| 液体クロマトグラ<br>フタンデム型質量<br>分析計による単成<br>分分析法（その<br>2）（LC-<br>MS/MS） | 2,4-D      | 乾牧草        | 5               | 2,4-D        | チモシーヘイ<br>(繰返し 各 3)  |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 10                   | 98.2       | 0.4                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 260                  | 105        | 4.2                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | ライグラスヘイ<br>(繰返し 各 3) |            |                         |
|                                                                 |            |            |                 |              | 5                    | 98.6       | 4.8                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 10                   | 91.7       | 4.0                     |
|                                                                 |            |            |                 |              | 260                  | 93.1       | 1.9                     |

| 分析法                                         | 分析対象物質 | 分析対象飼料 | 定量下限 (mg/kg) | 添加成分名        | 添加濃度 (mg/kg)           | 回収率 (%) | RSD <sub>r</sub> (%) |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------------|--------------|------------------------|---------|----------------------|
| 液体クロマトグラフタンデム型質量分析計による単成分分析法（その2）（LC-MS/MS） | 2,4-D  | 乾牧草    | 5            | 2,4-D<br>エチル | チモシーヘイ<br>(繰返し 各3)     |         |                      |
|                                             |        |        |              |              | 10                     | 96.2    | 5.0                  |
|                                             |        |        |              |              | 260                    | 94.9    | 2.6                  |
|                                             |        |        |              |              | ライグラスヘイ<br>(繰返し 各3)    |         |                      |
|                                             |        |        |              |              | 10                     | 94.7    | 5.0                  |
|                                             |        |        |              |              | 260                    | 90.0    | 5.7                  |
|                                             |        |        |              |              | 0.05                   | 76.7    | 6.7                  |
|                                             |        |        |              |              | 0.25                   | 88.3    | 17                   |
|                                             |        |        |              |              | 0.5                    | 89.3    | 13                   |
|                                             |        |        |              |              | 肉豚肥育用配合飼料<br>(繰返し 各3)  |         |                      |
|                                             |        |        |              |              | 0.05                   | 73.7    | 2.1                  |
|                                             |        |        |              |              | 0.25                   | 95.3    | 14                   |
|                                             |        |        |              |              | 0.5                    | 82.0    | 15                   |
|                                             |        |        |              |              | イタリアンライグラス<br>(繰返し 各3) |         |                      |
|                                             |        |        |              |              | 0.05                   | 105     | 15                   |
|                                             |        |        |              |              | 0.25                   | 94.7    | 9.6                  |
|                                             |        |        |              |              | 0.5                    | 86.7    | 11                   |

## （２）畜産物

畜産物中の 2,4-D の分析法は、「食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について」（平成 17 年 1 月 24 日付け食安発第 0124001 号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知）において定められている（表 11）。

### （液体クロマトグラフタンデム型質量分析法の概要）

2,4-D を試料から塩酸酸性下アセトンで抽出し、酢酸エチル及び n-ヘキサンの混液に転溶する。脂質等が多い試料についてはアセトニトリル/ヘキサン分配で脱脂する。加水分解した後、オクタデシルシリル化シリカゲルミニカラム及びグラファイトカーボン/エチレンジアミン-N-プロピルシリル化シリカゲル積層ミニカラムで精製した後、LC-MS/MS で定量及び確認する。

なお、2,4-D には、加水分解により 2,4-D に変換される化合物（2,4-D ナトリウム塩、2,4-D ジメチルアミン塩、2,4-D エチル、2,4-D イソプロピル、2,4-D ブトキシエチル及び 2,4-D アルカノールアミン塩等）が含まれる。

表11 食品中の2,4-Dの分析法

| 分析法                                | 分析対象物質 | 分析対象食品 | 定量下限 (mg/kg) | 添加成分名 | 添加濃度 (mg/kg)   | 平均回収率 (%) | RSD (%) |
|------------------------------------|--------|--------|--------------|-------|----------------|-----------|---------|
| 液体クロマトグラフ<br>タンデム型質量分析法 (LC-MS/MS) | 2,4-D  | 畜産物    | 0.01         | 2,4-D | 牛の筋肉 (繰返し 各 5) |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 0.2            | 103.2     | 5.7     |
|                                    |        |        |              |       | 牛の脂肪 (繰返し 各 5) |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 0.2            | 106       | 4.1     |
|                                    |        |        |              |       | 牛の肝臓 (繰返し 各 5) |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 5              | 105       | 5.9     |
|                                    |        |        |              |       | 牛乳 (繰返し 各 5)   |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 0.01           | 92.2      | 1.6     |
|                                    |        |        |              |       | 鶏卵 (繰返し 各 5)   |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 0.01           | 81.2      | 11.0    |
|                                    |        |        |              |       | 鶏の筋肉 (繰返し 各 5) |           |         |
|                                    |        |        |              |       | 0.05           | 103       | 10.1    |

## 7 規制対象物質及び暴露評価対象物質

### (1) 規制対象物質

作物代謝試験において、非遺伝子組換え体の作物（水稻及び小麦）の主要な残留物質は 2,4-D 及び代謝物 G（2,4-D の糖抱合体）、遺伝子組換え体の作物（大豆及びとうもろこし）の主要な残留物質は、2,4-D 及び代謝物 C の糖抱合体であった。

また、飼料中の 2,4-D の分析法における分析対象物質は 2,4-D（塩及びエステル体を含む）としている。

これらのことから、飼料中の規制対象物質（基準値の対象物質）は 2,4-D 並びにその塩及びエステル体とするのが適当と考えられた。

（飼料安全法）

規制対象物質：飼料 2,4-D 並びにその塩及びエステル体

（参考：食品衛生法）

規制対象物質：農産物及び畜産物 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸（2,4-D）並びにその塩及びエステル体

### (2) 暴露評価対象物質

主な飼料作物における代謝試験及び家畜代謝試験における主要な残留物質は 2,4-D であることから、畜産物中の暴露評価対象物質（ヒトでの摂取量評価に用いる対象物質）については、2,4-D 並びにその塩及びエステル体とするのが適当だと考えられた。

暴露評価対象物質：畜産物 2,4-D 並びにその塩及びエステル体

(参考：食品衛生法)：農産物及び畜産物 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 (2,4-D)、その塩及びエステル体並びに代謝物 C (遺伝子組換え作物に限る)

## 8 作物残留試験の結果及び基準値案

### (1) 小麦

2,4-D は、国内では飼料用小麦への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用があることから、JMPR の評価等により試験実施国における残留が最大となる使用基準 (c GAP) の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認した (表 12、13)。

表 12 米国における小麦の使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期         | 最大使用量                            | 使用回数 | PHI (日) | 備考                                    |
|------|--------------|----------------------------------|------|---------|---------------------------------------|
| 散布   | ①発芽後<br>②収穫前 | ①1.40 kg ae/ha<br>②0.56 kg ae/ha | 各 1  | 14      | 酸、塩及びエステル体が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。 |

表 13 小麦 (種子) の作物残留試験

| 2,4-D の形態 | 使用方法 | 使用量 (kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup> (日) | 残留濃度 (mg/kg) |
|-----------|------|----------------|------|-----------------------|--------------|
|           |      |                |      |                       | 2,4-D        |
| DMA       | 散布   | 1.4 + 0.54     | 2    | 15                    | <u>0.12</u>  |
|           |      | 1.3 + 0.55     | 2    | 13                    | <u>0.31</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.56     | 2    | 14                    | <u>0.94</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.57     | 2    | 14                    | <u>0.87</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.57     | 2    | 14                    | <u>1.4</u>   |
|           |      | 1.4 + 0.56     | 2    | 14                    | <u>0.22</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.56     | 2    | 14                    | <u>0.11</u>  |
| EHE       | 散布   | 1.4 + 0.56     | 2    | 15                    | <u>0.11</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.54     | 2    | 13                    | <u>0.24</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.56     | 2    | 14                    | <u>0.95</u>  |
|           |      | 1.4 + 0.57     | 2    | 14                    | <u>0.17</u>  |

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留濃度 (mg/kg) |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |
| EHE           | 散布   | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | <u>0.63</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | <u>0.17</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.58        | 2    | 14                       | <u>0.21</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | <u>0.13</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | <u>0.23</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | <u>0.22</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 15                       | <u>0.16</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | <u>0.17</u>  |
| DMA           | 散布   | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | <u>0.34</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.54        | 2    | 14                       | <u>0.17</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | <u>0.46</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 15                       | <u>0.24</u>  |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | <u>0.16</u>  |

<sup>1</sup> DALA : 最終処理後日数 (days after last application)

飼料用の小麦の基準値は、海外で行われた小麦の作物残留試験において、c GAP を満たした 24 例（下線部分）から OECD calculator により得られた推奨基準値である 2 mg/kg とすることが適当と考えられた。

また、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は、以下のとおりとする。

小麦の基準値（案） : 2 mg/kg  
畜産物の基準値推定、HR 及び STMR : 0.22 mg/kg (2,4-D の STMR)

## （２）とうもろこし

### ① 非遺伝子組換え体

2,4-D は、国内では飼料用のとうもろこしへの適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用があることから、JMPR の評価等で試験実施国における残留が最大となる使用基準（c GAP）の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認した（表 14、15）。

表 14 米国におけるとうもろこしの使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期                       | 最大使用量                                            | 使用回数 | PHI<br>(日) | 備考                                                            |
|------|----------------------------|--------------------------------------------------|------|------------|---------------------------------------------------------------|
| 散布   | ①移植前または発芽前<br>②発芽後<br>③収穫前 | ①1.1 kg ae/ha<br>②0.56 kg ae/ha<br>③1.7 kg ae/ha | 各 1  | 7          | ・年間最大処理量は、3.4 ae/kg<br>・酸、塩及びエステル体が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。 |

表 15 米国におけるとうもろこし（種子）の作物残留試験結果

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留 (mg/kg)   |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |
| DMA           | 散布   | 1.1+0.57+1.7      | 3    | 7                        | <u>≤0.01</u> |
|               |      |                   |      | 14                       | 0.01         |
|               |      | 1.1+0.57+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.015</u> |
|               |      | 1.2+0.5+1.8       | 3    | 7                        | <u>0.04</u>  |
|               |      | 1.1+0.56+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.02</u>  |
|               |      | 1.2+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.01</u>  |
|               |      | 1.1+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <0.01        |
|               |      |                   |      | 14                       | <u>0.01</u>  |
| EHE           | 散布   | 1.1+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.01</u>  |
|               |      | 1.2+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.01</u>  |
|               |      | 1.2+0.52+1.8      | 3    | 7                        | <u>0.03</u>  |
|               |      | 1.1+0.56+1.7      | 3    | 7                        | <0.01        |
|               |      |                   |      | 14                       | <u>0.02</u>  |
|               |      | 1.1+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.01</u>  |
|               |      | 1.1+0.57+1.7      | 3    | 7                        | <0.01        |
|               |      |                   |      | 14                       | <u>0.01</u>  |
| acid          | 散布   | 1.1+0.58+1.7      | 3    | 7                        | <u>0.01</u>  |

<sup>1</sup> DALA : 最終処理後日数 (days after last application)

飼料用のとうもろこしの基準値は、海外で行われたとうもろこしの作物残留試験において、c GAP を満たした 13 例（下線部分）から OECD calculator により得られた推奨基準値である 0.06 mg/kg と推定された。一方で、Codex 委員会 (JMPR1998) のとうもろこしの基準値は 0.05 mg/kg（当該基準値は、OECD calculator の使用以前に設定されたも

の)としている。また、食品衛生法においても、食用のとうもろこしの基準値は 0.05 mg/kg としている。このことを踏まえ、当面の間は、飼料用とうもろこしの基準値は 0.05 mg/kg とし、Codex 委員会の基準値見直しが行われた場合には基準値の見直しを検討する。

また、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は、以下のとおりとする。

とうもろこしの基準値 (案) : 0.05 mg/kg  
 畜産物の基準値推定、HR 及び STMR : 0.01 mg/kg (2,4-D の STMR)

## ② 2,4-D耐性組換え体 (*aad-1* 遺伝子導入)

2,4-Dは、我が国への主要な輸入先国である米国等で2,4-D耐性遺伝子 (*aad-1*) 導入組換えとうもろこしへの適用があることから、EPAの評価書等により残留が最大となる使用基準 (cGAP) の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認したところ、すべて定量下限であった (表16、17)。

表 16 米国におけるとうもろこしの使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期              | 使用量          | 使用回数       | PHI<br>(日) | 備考                           |
|------|-------------------|--------------|------------|------------|------------------------------|
| 散布   | ①移植前から出芽前<br>②出芽後 | 0.95 lb ae/A | ①1回<br>②2回 | 30         | ・発芽後の2回散布は最低 12 日間の散布間隔を設ける。 |

表 17 米国におけるとうもろこし (種子) の作物残留試験結果 (n=24)

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | PHI    | 残留 (mg/kg) |
|---------------|------|-------------------|------|--------|------------|
|               |      |                   |      |        | 2,4-D      |
| DMA           | 散布   | 2.95-3.11         | 3    | 73-139 | <0.01      |

## (3) マイロ

2,4-D は、国内ではマイロへの適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用があることから、JMPR の評価で試験実施国における残留が最大となる使用基準 (c GAP) の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認した (表 18、19)。

表 18 米国におけるマイロ（種子）の使用基準（c GAP）

| 使用方法 | 使用時期 | 最大使用量         | 使用回数 | PHI<br>(日) | 備考                                                                                                                                   |
|------|------|---------------|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 散布   | 発芽後  | 1.12 kg ae/ha | 1    | -          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾牧草または生牧草を飼料とする場合、処理から収穫まで 30 日を確保すること。</li> <li>・酸及び塩が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。</li> </ul> |
| 散布   | 発芽後  | 0.56 kg ae/ha | 1    | -          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾牧草または生牧草を飼料とする場合、処理から収穫まで 30 日を確保すること。</li> <li>・エステル体が製剤化されている。</li> </ul>                 |

表 19 マイロ（種子）の作物残留試験

| 2,4-D の形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ai/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留<br>(mg/kg) |
|-----------|------|-------------------|------|--------------------------|---------------|
|           |      |                   |      |                          | 2,4-D         |
| DMA       | 散布   | 1.2               | 1    | 110                      | <u>≤0.01</u>  |
|           |      | 1.2               | 1    | 89                       | <u>≤0.01</u>  |
|           |      | 1.1               | 1    | 82                       | <u>≤0.01</u>  |
| EHE       | 散布   | 0.58              | 1    | 110                      | <u>≤0.01</u>  |
|           |      | 0.57              | 1    | 84                       | <u>≤0.01</u>  |
|           |      | 0.56              | 1    | 82                       | <u>≤0.01</u>  |
| acid      | 散布   | 1.1               | 1    | 112                      | <u>≤0.01</u>  |
|           |      | 1.1               | 1    | 82                       | <u>≤0.01</u>  |

1 DALA : 最終処理後日数 (days after last application)

飼料用のマイロの基準値は、海外で行われたマイロの作物残留試験において、c GAP を満たした 8 例（下線部分）から OECD calculator により得られた推奨基準値である 0.03 mg/kg とすることが適当と考えられた。

一方、食品衛生法では、食用のマイロの基準値を 2 ppm (mg/kg) としており、食用のマイロが飼料に転用される可能性があることから、飼料用のマイロの基準値案を 2 mg/kg とする。

マイロの基準値（案）：2 mg/kg  
 畜産物の基準値推定、HR 及び STMR：0.01 mg/kg (2,4-D の STMR)

#### （４）大麦、ライ麦及びえん麦（オーツ麦）

2,4-Dは、国内では大麦、ライ麦、えん麦への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用があることから、海外における2,4-Dの使用基準及び作物残留試験を確認した（表20）。

表 20 米国における大麦、ライ麦及びえん麦の使用基準（c GAP）

| 使用方法 | 使用時期         | 最大使用量                            | 使用回数 | PHI（日） | 備考                                    |
|------|--------------|----------------------------------|------|--------|---------------------------------------|
| 散布   | ①発芽後<br>②収穫前 | ①1.40 kg ae/ha<br>②0.56 kg ae/ha | 各 1  | 14     | 酸、塩及びエステル体が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。 |

2,4-D は、国内では大麦、ライ麦、えん麦への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用がある。しかしながら、大麦、ライ麦、えん麦に関する残留試験結果はなく、基準値の見直しに十分なデータがない。このため、これらの基準値については、基準値の見直しに十分なデータが提出されれば基準値の見直しを検討する。

なお、現行の基準値は、大麦、ライ麦及びえん麦ともに 0.5 mg/kg としている。一方、食品衛生法の基準値は、いずれも 2 ppm（mg/kg）としている。このため、食用の大麦、ライ麦及びえん麦が飼料に転用される可能性があることから、大麦、ライ麦及びえん麦の基準値案を 2 mg/kg とする。

また、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は、以下のとおりとする。

大麦の基準値（案）：2 mg/kg  
 ライ麦の基準値（案）：2 mg/kg  
 えん麦の基準値（案）：2 mg/kg  
 大麦、ライ麦及びえん麦の畜産物の基準値推定、HR 及び STMR：2 mg/kg (大麦、ライ麦及びえん麦の基準値案)

## (5) 牧草類

### ① イネ科牧草 (Grass hay)

2,4-D は、国内ではイネ科牧草への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等に適用があることから、JMPR の評価で試験実施国における残留が最大となる使用基準 (c GAP) の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認した (表 21、22)。

表21 米国におけるイネ科牧草の使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期 | 使用量           | 使用回数 | PHI (日) | 備考                                                    |
|------|------|---------------|------|---------|-------------------------------------------------------|
| 散布   | 発芽後  | 2.24 kg ai/ha | 2    | 7       | ・年間使用回数は2回まで<br>・酸、塩及びアミン塩が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。 |

表22 米国におけるイネ科乾牧草の作物残留試験結果

| 2,4-D の形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ai/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留 (mg/kg) |               |
|-----------|------|-------------------|------|--------------------------|------------|---------------|
|           |      |                   |      |                          | 2,4-D      |               |
|           |      |                   |      |                          | 分析値        | 水分含量<br>10%補正 |
| DMA       | 散布   | 2.2               | 2    | 7                        | 109        | <u>111</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 155        | <u>159</u>    |
|           |      | 2.2               | 2    | 7                        | 236        | <u>241</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 149        | <u>152</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 8                        | 94         | <u>96.1</u>   |
| DMA       | 散布   | 2.3               | 2    | 7                        | 145        | <u>148</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 279        | <u>285</u>    |
| EHE       | 散布   | 2.2               | 2    | 7                        | 330        | <u>338</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 216        | <u>221</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 126        | <u>129</u>    |
|           |      | 2.3               | 3    | 7                        | 182        | <u>186</u>    |
|           |      | 2.2               | 3    | 7                        | 147        | <u>150</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 231        | <u>236</u>    |
| acid      | 散布   | 2.3               | 2    | 7                        | 218        | <u>223</u>    |
|           |      | 2.3               | 2    | 7                        | 74         | <u>75.7</u>   |
| DMA       | 散布   | 2.5               | 2    | 7                        | 61         | <u>62.4</u>   |

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ai/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留 (mg/kg) |               |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|------------|---------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D      |               |
|               |      |                   |      |                          | 分析値        | 水分含量<br>10%補正 |
| DMA           | 散布   | 2.3               | 2    | 7                        | 39         | <u>39.9</u>   |
|               |      | 2.3               | 2    | 7                        | 101        | <u>103</u>    |
|               |      | 2.2               | 2    | 7                        | 19         | <u>19.4</u>   |
| EHE           | 散布   | 2.2               | 2    | 7                        | 68         | <u>69.5</u>   |
|               |      | 2.2               | 2    | 7                        | 180        | <u>184</u>    |
|               |      | 2.2               | 2    | 7                        | 65         | <u>66.5</u>   |
|               |      | 2.2               | 2    | 7                        | 86         | <u>88.0</u>   |
|               |      | 2.2               | 2    | 7                        | 96         | <u>98.2</u>   |
| acid          | 散布   | 2.3               | 2    | 7                        | 40         | <u>40.9</u>   |
|               |      | 2.3               | 2    | 7                        | 68         | <u>69.5</u>   |

海外で行われたイネ科乾牧草の作物残留試験において、c GAP を満たした試験は 26 例であった。分析時の水分含量が不明だったため、イネ科乾牧草の平均的な DM とされている 88% (水分含量 12%) から、DM90% (水分含量 10%) に分析値を換算した。換算した分析値 (下線部分) から OECD calculator により得られた推奨基準値は 500 mg/kg と推定された。

しかしながら、イネ科乾牧草の主要輸入先国のなかで最も高い基準値は、米国の 300 mg/kg であることから、当該推奨基準値案は、主要輸入先国に比べかなり高いものとなる。また、Codex 委員会 (JMPR2003) のイネ科乾牧草の基準値は、DM ベース (水分含量 0 %) で 400 mg/kg (当該基準値は、OECD calculator の使用以前に設定されたもの) としている。これらのことを踏まえ、当面の間は、イネ科乾牧草の基準値は 400 mg/kg とし、Codex 委員会の基準値の見直しが行われた場合には基準値の見直しを検討する。

また、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は、以下のとおりとする。

|               |               |                           |
|---------------|---------------|---------------------------|
| イネ科牧草の基準値 (案) | : 400 mg/kg   |                           |
| 畜産物の基準値推定、HR  | : 330 mg/kg   | (2,4-D の Highest residue) |
| 畜産物の STMR     | : 117.5 mg/kg | (2,4-D の Median residue)  |

## ② 小麦茎葉 (wheat straw)

2,4-D は、国内では小麦への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等で小麦への適用があることから、JMPR の評価等により試験実施国における残留が最大となる使用基準 (c GAP) の条件を満たした作物残留試験結果からその残留濃度を確認した (表 23、24)。

表 23 米国における小麦の使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期         | 最大使用量                            | 使用回数 | PHI<br>(日) | 備考                                        |
|------|--------------|----------------------------------|------|------------|-------------------------------------------|
| 散布   | ①発芽後<br>②収穫前 | ①1.40 kg ae/ha<br>②0.56 kg ae/ha | 各 1  | 14         | 酸、塩、アミノ及びエステル体が製剤化されており、いずれも同じ使用方法となっている。 |

表 24 小麦（茎葉）の作物残留試験

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留濃度 (mg/kg) |               |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|---------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |               |
|               |      |                   |      |                          | 分析値          | 水分含量<br>10%補正 |
| DMA           | 散布   | 1.4 + 0.54        | 2    | 15                       | 15           | <u>15</u>     |
|               |      | 1.3 + 0.55        | 2    | 13                       | 41           | <u>42</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 85           | <u>87</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 15           | <u>15</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 5            | <u>5.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 4            | <u>4.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 6            | <u>6.1</u>    |
| EHE           | 散布   | 1.4 + 0.56        | 2    | 15                       | 15           | <u>15</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.54        | 2    | 13                       | 18           | <u>18</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 22           | <u>23</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 8            | <u>8.2</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 8            | <u>8.2</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 4            | <u>4.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 2            | <u>2.0</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.58        | 2    | 14                       | 4            | <u>4.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 11           | <u>11</u>     |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 3            | <u>3.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 7            | <u>7.2</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 11                       | 5            | <u>5.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 15                       | 5            | <u>5.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 17           | <u>17</u>     |
| DMA           | 散布   | 1.3 + 0.58        | 2    | 14                       | 4            | <u>4.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 15           | <u>15</u>     |

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留濃度 (mg/kg) |               |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|---------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |               |
|               |      |                   |      |                          | 分析値          | 水分含量<br>10%補正 |
| DMA           | 散布   | 1.4 + 0.54        | 2    | 14                       | 4            | <u>4.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 6            | <u>6.1</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.57        | 2    | 14                       | 7            | <u>7.2</u>    |
|               |      | 1.4 + 0.56        | 2    | 14                       | 7            | <u>7.2</u>    |

海外で行われた小麦茎葉の作物残留試験において、c GAPを満たした試験は27例であった。分析時の水分含量が不明だったため、小麦茎葉の平均的なDMとされている88%（水分含量12%）から、DM90%（水分含量10%）に分析値を換算した。換算した分析値（下線部分）からOECD calculatorにより得られた推奨基準値は90 mg/kgと推定された。

また、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は、以下のとおりとする。

|              |             |                           |
|--------------|-------------|---------------------------|
| 小麦茎葉の基準値（案）  | : 90 mg/kg  |                           |
| 畜産物の基準値推定、HR | : 85 mg/kg  | (2,4-D の Highest residue) |
| 畜産物の STMR    | : 7.0 mg/kg | (2,4-D の Median residue)  |

### ③ まとめ

①及び②の結果から、牧草の基準値案は 400 mg/kg とする。また、えん麦、大麦及びライ麦の使用基準は小麦と同じであることから、それぞれの茎葉の畜産物の基準値、HR 及び STMR の推定に用いる値は、小麦茎葉と同様とする。

## （7）その他の飼料

### ① 大豆（非遺伝子組換え体）

2,4-D は、国内では大豆への適用はないが、我が国への主要な輸入先国である米国等で大豆への適用があり、大豆及びその加工品が飼料利用されている。このため、畜産物の HR 及び STMR を算出するに当たって、JMPR の評価等により試験実施国における作物残留試験結果を確認した（表 25、26）。

表 25 米国における大豆の使用基準 (c GAP)

| 使用方法 | 使用時期 | 最大使用量         | 最大使用回数 | PHI<br>(日) | 備考                       |
|------|------|---------------|--------|------------|--------------------------|
| 散布   | 播種前  | 1.1 kg ae/ha  | 1      | —          | 酸及び塩が製剤化されており、いずれも同じ使用方法 |
| 散布   | 播種前  | 0.56 kg ae/ha | 1      |            | エステル体が製剤化されている。          |

表 26 大豆（種子）の作物残留試験

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留濃度 (mg/kg) |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |
| DMA           | 散布   | 1.4               | 1    | 149                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 1.4               | 1    | 157                      | <u>≤0.01</u> |
| EHE           | 散布   | 0.57              | 1    | 129                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 0.57              | 1    | 140                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 0.56              | 1    | 144                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 0.56              | 1    | 124                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 0.57              | 1    | 129                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      |                   |      |                          |              |
| acid          | 散布   | 1.4               | 1    | 140                      | <u>≤0.01</u> |
|               |      | 1.4               | 1    | 144                      | <u>≤0.01</u> |

1 DALA：最終処理後日数（days after last application）

大豆の作物残留試験結果から、畜産物の基準値推定等の算出に用いる値は以下のとおりとする。

畜産物の基準値推定、HR 及び STMR : 0.01 mg/kg (2,4-D の STMR)

## ② 大豆（2,4-D耐性組換え体（*aad-1* 遺伝子導入））

2,4-D は、2,4-D 耐性遺伝子（*aad-1*）導入組換え大豆への適用があることから、EPA の評価書等により残留が最大となる使用基準（c GAP）の条件を満たした作物残留試験結果から、その残留試験結果からその残留濃度を確認したところ、非遺伝子組換え体と同様に、すべて定量下限であった（表 27、表 28）。

表 27 米国の 2,4-D 耐性遺伝子組換え大豆の使用基準 (cGAP)

| 使用方法 | 使用時期              | 使用量          | 使用回数         | PHI<br>(日) | 備考                             |
|------|-------------------|--------------|--------------|------------|--------------------------------|
| 散布   | ①移植前から出芽前<br>②出芽後 | 0.95 lb ae/A | ①1 回<br>②2 回 | 30         | ・発芽後の 2 回散布は最低 12 日間の散布間隔を設ける。 |

表 28 大豆 (種子) の作物残留試験 (n=24)

| 2,4-D の<br>形態 | 使用方法 | 使用量<br>(kg ae/ha) | 使用回数 | DALA <sup>1</sup><br>(日) | 残留濃度 (mg/kg) |
|---------------|------|-------------------|------|--------------------------|--------------|
|               |      |                   |      |                          | 2,4-D        |
| DMA           | 散布   | 2.97-3.13         | 3    | 51-303                   | ≤0.01        |

1 DALA : 最終処理後日数 (days after last application)

### ③ 稲わら

2,4-D は、国内で水稲に適用があることから、作物残留試験結果に基づき、稲わらの基準値を 1 mg/kg としている。これらの基準値設定以降、新たな作物残留試験結果は得られておらず、また、国内における水稲への使用方法にも変更がないことから、今回の評価では基準値の見直しを行わないこととする。

## 9 家畜の残留試験

乳牛 (ホルスタイン種、3 頭/給与群) に、飼料中濃度として 1,446 mg/kg、2,890 mg/kg、5,779 mg/kg 及び 8,585 mg/kg に相当する濃度の 2,4-D を含んだ飼料を 28 日間給与する試験が実施された。

乳は毎日午前及び午後に採取され、混合した上で 1 日分の分析用試料とされた。また、各群を最終給与の 12~18 時間以内にと殺し、8,585 mg/kg 給与群の 2 頭については、最終給与の 3 日後又は 7 日後にと殺した。筋肉、脂肪、肝臓及び腎臓が採取され、各試料中の 2,4-D が分析された。

畜産物中の 2,4-D の残留濃度は、表 29 のとおりであった。

表 29 乳牛における残留試験 (mg/kg)

|       |    | 1,446 mg/kg<br>給与群 | 2,890 mg/kg<br>給与群 | 5,779 mg/kg<br>給与群 | 8,585 mg/kg<br>給与群 |              |              |
|-------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|
| 試料採取日 |    | 投与 28 日目           | 投与 28 日目           | 投与 28 日目           | 投与 28 日目           | 最終投与<br>3 日後 | 最終投与<br>7 日後 |
| 筋肉    | 最大 | 0.24               | 0.51               | 1.1                | 1.0                | 0.06         | <0.05        |
|       | 平均 | 0.21               | 0.41               | 0.76               | 1.0                | 0.06         | <0.05        |

|    |    |      |      |      |      |      |       |
|----|----|------|------|------|------|------|-------|
| 脂肪 | 最大 | 0.51 | 0.75 | 3.6  | 2.3  | 0.12 | <0.05 |
|    | 平均 | 0.42 | 0.59 | 2.5  | 2.2  | 0.07 | <0.05 |
| 肝臓 | 最大 | 0.20 | 2.4  | 3.5  | 3.8  | 0.67 | 0.51  |
|    | 平均 | 0.12 | 1.9  | 3.0  | 3.1  | 0.45 | 0.39  |
| 腎臓 | 最大 | 6.5  | 18   | 29   | 24   | 0.10 | <0.05 |
|    | 平均 | 3.8  | 14   | 17   | 24   | 0.06 | <0.05 |
| 乳  | 平均 | 0.04 | 0.12 | 0.29 | 0.47 | 0.01 | 0.01  |

定量下限：0.05 mg/kg（乳以外）、0.01 mg/kg（乳）

乳は、定常状態の試験期間中の平均値

## 10 畜産物中の残留濃度の推定

### （１）基準値案及び飼料中の残留濃度の推定に用いる値

作物残留試験結果等から、飼料の基準値案並びに畜産物の基準値、HR及びSTMRの算出に用いる値は、次のとおりとなった（表30）。

表 30 基準値案及び飼料中の残留濃度の推定に用いる値（mg/kg）

#### ● 穀類等

| 飼料原料名                      | 基準値案 | 畜産物の基準値、HR及びSTMRの算出に用いる値（mg/kg） | 備考             |
|----------------------------|------|---------------------------------|----------------|
| 小麦                         | 2    | 0.22                            | STMR           |
| 小麦ふすま                      | —    | 1.1                             | 小麦のSTMR×5※     |
| とうもろこし                     | 0.05 | 0.01                            | STMR           |
| コーングルテン フィード               | —    | 0.01                            | とうもろこしのSTMR×1※ |
| コーングルテン ミール                | —    | 0.01                            | とうもろこしのSTMR×1※ |
| トウモロコシ ジスチラーゼ グレイ<br>ソリュブル | —    | 0.01                            | とうもろこしのSTMR×1※ |
| マイロ                        | 2    | 0.01                            | STMR           |
| 大麦                         | 2    | 2                               | MRL案           |
| ビールかす                      | —    | 2                               | 大麦のSTMR×1※     |
| 大麦混合ぬか                     | —    | 4                               | 大麦のSTMR×2※     |
| ライ麦                        | 2    | 2                               | MRL案           |
| えん麦                        | 2    | 2                               | MRL案           |
| 大豆                         | —    | 0.01                            | STMR           |

| 飼料原料名 | 基準値案 | 畜産物の基準値、HR及びSTMRの算出に用いる値 (mg/kg) | 備考                      |
|-------|------|----------------------------------|-------------------------|
| 大豆油かす | —    | 0.02                             | 大豆のSTMR×2 <sup>※</sup>  |
| 大豆皮   | —    | 0.10                             | 大豆のSTMR×10 <sup>※</sup> |
| とうふかす | —    | 0.02                             | 大豆のSTMR×2 <sup>※</sup>  |
| 米ぬか   | —    | 1.0                              | 玄米のMRL×10 <sup>※</sup>  |

## ● 牧草等

| 飼料原料名                 | 基準値案 | 畜産物の基準値推定及びHRの算出に用いる値 (mg/kg) | 畜産物のSTMRの算出に用いる値 (mg/kg) | 備考                                                                      |
|-----------------------|------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| イネ科乾牧草                | 400  | 330                           | 117.5                    | ・ 畜産物の基準値推定及び<br>HR : Highest residue<br>・ 畜産物のSTMR :<br>Median residue |
| 穀類（小麦、大麦、えん麦及びライ麦）の茎葉 |      | 85                            | 7.0                      |                                                                         |
| 稲わら                   | 1    | 1                             | 1                        | ・ 畜産物の基準値推定及び<br>HR : MRL<br>・ 畜産物のSTMR : MRL                           |

※ 加工係数が推定されていないものは、「農薬の登録申請に係る試験成績について」（平成12年11月24日付け12農産第8147号農林水産省農産園芸局長通知）の加工係数を使用

## （２）飼料中の残留濃度の推定

FAOマニュアル<sup>1</sup>で示されている方法に準じて、表31の値と我が国の家畜への飼料の給与割合を用いて、飼料中の残留濃度を算出した。

算出の結果、飼料中の2,4-Dの推定残留濃度は、表31のとおりとなった。

表31 飼料中の2,4-Dの推定残留濃度 (mg/kg)

| 給与家畜  |    | 乳牛用飼料 | 肉牛用飼料 | 豚用飼料 | 採卵鶏用飼料 | 肉用鶏用飼料 |
|-------|----|-------|-------|------|--------|--------|
| 2,4-D | 最大 | 263.2 | 151.6 | 0.99 | 0.55   | 0.30   |
|       | 平均 | 94.1  | 55.0  | 0.99 | 0.55   | 0.30   |

<sup>1</sup> FAO manual on the submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed

### （３）畜産物中の最大残留濃度の推定

表 31 の飼料中の最大残留濃度、乳牛及び採卵鶏の残留試験の結果を用いて、畜産物の最大残留濃度を算出した結果は以下のとおりとなった。

牛（mg/kg）

|             | 最大残留濃度       | 筋肉            | 脂肪            | 肝臓            | 腎臓            | 乳             |
|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 乳牛          | <b>263.2</b> | <b>0.0437</b> | <b>0.0928</b> | <b>0.0364</b> | <b>1.1830</b> | <b>0.0073</b> |
| 肉牛          | <b>151.6</b> | <b>0.0252</b> | <b>0.0535</b> | <b>0.0210</b> | <b>0.6814</b> | -             |
| 推定した畜産物の基準値 |              | 0.05          | 0.1           | 0.04          | 2             | 0.01          |
| 食品基準値       |              | 0.2           | 0.4           | 5             | 5             | 0.03          |
| Codex基準     |              | 0.2           | —             | 5             |               | 0.01          |

豚（mg/kg）

|             | 最大残留濃度      | 筋肉             | 脂肪             | 肝臓             | 腎臓             |
|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 豚           | <b>0.99</b> | <b>0.00016</b> | <b>0.00035</b> | <b>0.00014</b> | <b>0.00447</b> |
| 推定した畜産物の基準値 |             | 0.01           | 0.01           | 0.01           | 0.01           |
| 食品基準値       |             | 0.2            | 0.4            | 5              | 5              |
| Codex基準値    |             | 0.2            | —              | 5              |                |

鶏（mg/kg）

|             | 最大残留濃度      | 筋肉             | 脂肪             | 肝臓             | 腎臓             | 卵              |
|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 採卵鶏         | <b>0.55</b> | <b>0.00024</b> | <b>0.00097</b> | <b>0.00140</b> | <b>0.02399</b> | <b>0.00058</b> |
| 肉用鶏         | <b>0.30</b> | <b>0.00013</b> | <b>0.00054</b> | <b>0.00077</b> | <b>0.01332</b> | -              |
| 推定した畜産物の基準値 |             | 0.01           | 0.01           | 0.01           | 0.03           | 0.01           |
| 食品基準値       |             | 0.05           | 0.05           | 0.7            | 0.7            | 0.01           |
| Codex 基準値   |             | 0.05           | —              | 0.05           |                | 0.01           |

畜産物の基準値案を推定したところ、食品衛生法の畜産物の基準値を超えなかった。

### （４）暴露評価

今回推定した畜産物の平均残留濃度及び植物由来食品からの経口摂取量も踏まえたヒトへの暴露評価（長期）を行った（EDI 評価<sup>1</sup>）ところ、1 日当たり摂取する当該農薬の量の ADI（0.0099 mg/kg 体重/日）に対する比は、最も高い幼児（1～6 歳）でも 23.6%（国民全体：8.6%、妊婦：8.0%、高齢者（65 歳以上）：9.2%）であったことから、ヒトに健康影響を与える可能性は低いと考えられた。

<sup>1</sup> 残留試験成績の平均値×各食品の平均摂取量として計算。EDI：推定一日摂取量（Estimated Daily Intake）

## 11 まとめ

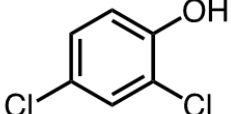
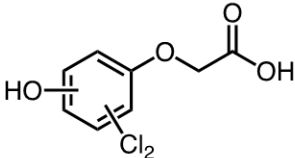
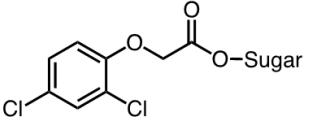
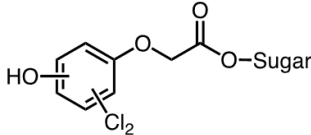
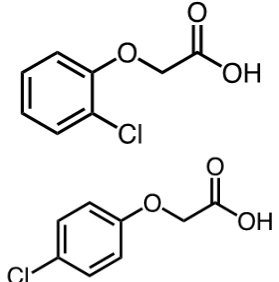
2,4-Dについて、作物残留試験等から飼料中の農薬残留基準値を検討した。

- (1) 飼料の規制対象物質は、2,4-D並びにその塩及びエステル体とする。
- (2) 飼料中の2,4-Dの最大残留濃度から、畜産物中の最大残留濃度を推定した結果、食品衛生法に基づく畜産物の基準値を超えなかった。
- (3) 畜産物からの経口摂取量を推定し、植物由来食品からの経口摂取量も踏まえた総合的経口暴露評価を行ったところ、現在の農薬の使用方法が遵守される限り、ヒトへの健康に影響を与える可能性は低いと考えられた。
- (4) したがって、飼料の残留基準値は、作物残留試験における各作物中の残留濃度に基づき、下表のとおりとする。
- (5) なお、食品衛生法と合わせて、「2,4-D」は「2,4-ジクロロフェノキシ酢酸」とする。

| 飼料原料   | 基準値 (mg/kg)<br>(規制対象物質：2,4-ジクロロフェノキシ酢酸並びにその塩及びエステル体) |            |
|--------|------------------------------------------------------|------------|
|        | 見直し前                                                 | 見直し後       |
| えん麦    | <u>0.5</u>                                           | <u>2</u>   |
| 大麦     | <u>0.5</u>                                           | <u>2</u>   |
| 小麦     | <u>0.5</u>                                           | <u>2</u>   |
| とうもろこし | 0.05                                                 | 0.05       |
| マイロ    | <u>0.5</u>                                           | <u>2</u>   |
| ライ麦    | <u>0.5</u>                                           | <u>2</u>   |
| 牧草     | <u>260</u>                                           | <u>400</u> |

下線部分は改正部分

<別紙1:代謝/分解物>

| コード | 異称                                                                         | 化学名                                                                           | 構造式                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| C   | 2,4-DCP                                                                    | 2,4-dichlorophenol                                                            |    |
| F   | OH-2,4-PA<br>5-OH-2,4-PA<br>4-OH-2,3-PA<br>4-OH-2,5-PA<br>4-OH-2,5-D       | hydroxydichlorophenoxy-acetic acid (2,5-dichloro-4-hydroxyphenoxy)acetic acid |    |
| G   | 2,4-PA-glyc                                                                | (2,4-D の糖抱合体)                                                                 |    |
| H   | OH-2,4-PA-glyc<br>5-OH-2,4-PA-glyc<br>4-OH-2,3-PA-glyc<br>4-OH-2,5-PA-glyc | (F の糖抱合体)                                                                     |    |
| K   | CPA                                                                        | <i>o</i> and <i>p</i> chlorophenoxyacetic acid                                |  |

<別紙2:用語・略語>

| 用語      | 英語                                                      | 日本語等                |
|---------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| ADI     | Acceptable Daily Intake                                 | 許容一日摂取量             |
| ARfD    | Acute Reference Dose                                    | 急性参照用量              |
| DALA    | Days After Last Application                             | 最終処理後日数             |
| DM      | Dry Matter                                              | 乾物重量                |
| DMA     | Dimethylamine salt                                      | ジメチルアミン塩            |
| EHE     | Ethylhexyl ester                                        | エチルヘキシルエステル         |
| FAO     | Food and Agriculture Organization of the United Nations | 国際連合食糧農業機関          |
| GAP     | Good Agricultural Practice(s)                           | 農薬使用基準              |
| GC-MS   | Gas Chromatography with Mass Spectrometry               | ガスクロマトグラフィー質量分析     |
| HPLC    | High Performance Liquid Chromatography                  | 高速液体クロマトグラフィー       |
| HR      | Highest Residue                                         | 残留農薬濃度の最大値          |
| ISO     | International Organization for Standardization          | 国際標準化機構             |
| IUPAC   | International Union of Pure and Applied Chemistry       | 国際純正・応用化学連合         |
| JMPR    | Joint FAO/WHO Meeting of Pesticide Residues             | FAO/WHO 合同残留農薬専門家会議 |
| LSC     | Liquid Scintillation Counter                            | 液体シンチレーションカウンター     |
| log Pow | Octanol-water Partition Coefficient as Logarithm        | オクタノール-水分配係数（対数値）   |
| MRL     | Maximum Residue Limits                                  | 最大残留基準              |
| ND      | Not Detected                                            | 検出限界未満              |
| OECD    | Organization for Economic Co-operation and Development  | 経済協力開発機構            |
| PHI     | Pre-Harvest Interval                                    | 収穫前日数               |
| RSD     | Relative Standard Deviation                             | 相対標準偏差              |
| STMR    | Supervised Trials Median Residue                        | 残留試験で得られた残留農薬濃度の中央値 |
| TAR     | Total Applied (or administered) Radioactivity           | 総投与放射性物質            |
| TLC     | Thin Layer Chromatography                               | 薄層クロマトグラフィー         |
| TRR     | Total Radioactive Residue                               | 総残留放射性物質            |