

## 令和5年度プラスチックを使用した被覆肥料の実態調査

### 1 目的

これまで、河川や海岸からプラスチック被覆肥料の肥料成分が溶出した後に残った被膜殻と思われるプラスチックごみが発見されたとの報告がなされており、プラスチック被覆肥料の被膜殻（以下「被膜殻」という。）のほ場からの流出が環境や生態系への影響が懸念されているが、その実態については分かっていない。

本調査では、どのような条件がほ場からの被膜殻の流出に影響を与えるのか等、被膜殻の流出実態を調査することで、より効果的な流出防止策の検討等に貢献し、肥料の関係団体の取組を後押ししていくことを目指す。

### 2 調査方法

#### (1) 関連研究調査（ヒアリング）

現在、我が国で行われている被膜殻の流出実態調査の既往研究をとりまとめ、調査、回収を実際に行っている研究者、機関等に対し、質問票・聞き取り調査を行い、主に調査状況及び調査手法等に関する情報収集を実施した。

#### (2) ほ場調査

本調査では、実験ほ場における風力・風向の違いが、被膜殻の動き及び流出に与える影響を調査するため、できる限り条件（ほ場の広さ、場所等）が類似し、排出口（の位置関係が異なるほ場として、岡山県岡山市内のほ場2筆を選定した。

実験ほ場：岡山県岡山市内のほ場2筆（図1）

どちらも7年前まではプラスチック被覆肥料を毎年施用し、それ以降は施用なし。

現在のほ場は、苗代及び大豆栽培に使用している。

細長い7筆は、元々1枚の水田であった。

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ほ場A | 825 m <sup>2</sup> (7.5m×110m) |
| ほ場B | 825 m <sup>2</sup> (7.5m×110m) |



図1 実験ほ場 地点図

## ① 概況調査（ほ場中の被膜殻量の調査）

各ほ場に埋設している被膜殻の量の違いによる調査結果への影響を排除するため、各ほ場それぞれ対角線上の等間隔で5点ずつ、スクレーパープレートを用いて15cm×30cmの枠内で深さ15cmの土壌を採取し、土壌中の被膜殻の個数を調査した。

採取した土壌は実験室に持ち帰り、粗大な植物残渣や土壌を除去し、除去しきれなかった植物残渣は過酸化水素を用いて分解した後、残渣から被膜殻をピックアップして粒子数（個数）をカウントした。また、乾燥後に被膜殻の重量を測定した。

| サンプリング地点                                                                             |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| A-5                                                                                  | A-4 | A-3 | A-2 | A-1 |
| 圃場A                                                                                  |     |     |     |     |
| 圃場B                                                                                  |     |     |     |     |
| B-5                                                                                  | B-4 | B-3 | B-2 | B-1 |
| 土壌採取量（1サンプルあたり）                                                                      |     |     |     |     |
| スクレーパープレートを用いて15cm×30cmの枠内で深さ15cmの土壌を採取。                                             |     |     |     |     |
| 採取時の様子                                                                               |     |     |     |     |
|  |     |     |     |     |

図2 サンプリング地点及び採取時の様子

## ② 流出調査

実験ほ場に水位・水温センサー、風向・風速計を設置し、入水により浮遊した被膜殻の流動状況を観測し、排水口より流出した被膜殻の回収、水位・水温、風向・風速等の測定・記録を行った。

### ア) 1回目（浅水）

入水前に排水口へネットを設置し、可能な限り浅い水位で代かきを実施した後、水位を5cm前後に維持して、1週間毎日、風向・風速、被膜殻の流動状況を記録した。入水から1週間後に強制落水を行い、排水口から流出した試料をネットで回収した。その後は排水口に再びネットを設置し、1週間後にネットの回収及びほ場の状況確認を行い、各ほ場から流出した試料の分析を行った。

### イ) 2回目（通常水位）

1回目の強制落水より約2週間後、排水口に新しくネットを設置し、水位10cm程度になるまで再度入水した。入水の翌日に水位を確認した後、強制落水を行い、排水口から流出した試料をネットで回収した。なお、試料は植物片を含んで多量であったため、円錐四分法による縮分を行った。

## 3 調査結果の概要

### (1) 概況調査

サンプリング地点毎の被膜殻の個数及び重量について、ほ場Aは東西端に多く、中央部分は比較的少ない傾向があった。一方、ほ場Bは西側に多く、東側ほど少ない傾向があった。(図3)



図3 サンプリング地点毎の単位面積あたり被膜殻の個数・重量

以上の結果を基に、ほ場毎の土壌に含まれる被膜殻の個数及び重量を算出すると、ほ場A全体 (825 m²) で、個数は 916,666.7 個/m²、重量は 2,640.0 g/m²と試算された。同様に、ほ場B全体 (825 m²) では、個数は 445,500.0 個/m²、重量は 1,133.0 g/m²と試算された。ほ場A・Bを比較すると、ほ場Aは個数及び重量ともにほ場Bの約2倍の被膜殻が含まれていた。(表1)

表 1 ほ場あたり被膜殻の個数・重量

| ほ場A                            |                     |                     | ほ場B                            |                     |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                | 個数                  | 重量                  |                                | 個数                  | 重量                  |
|                                | [個/m <sup>2</sup> ] | [g/m <sup>2</sup> ] |                                | [個/m <sup>2</sup> ] | [g/m <sup>2</sup> ] |
| A-5                            | 1,800.0             | 4.9                 | B-5                            | 1,155.6             | 2.9                 |
| A-4                            | 555.6               | 1.5                 | B-4                            | 466.7               | 1.2                 |
| A-3                            | 622.2               | 2.1                 | B-3                            | 577.8               | 1.5                 |
| A-2                            | 466.7               | 1.5                 | B-2                            | 288.9               | 0.7                 |
| A-1                            | 2,111.1             | 6.0                 | B-1                            | 211.1               | 0.6                 |
| Avg.                           | 1,111.1             | 3.2                 | Avg.                           | 540.0               | 1.4                 |
| 1 ほ場あたり<br>/825 m <sup>2</sup> | 916,666.7           | 2,640.0             | 1 ほ場あたり<br>/825 m <sup>2</sup> | 445,500.0           | 1,133.0             |

## (2) 流出調査

## ① 入水1回目（1/9）～ 強制落水1回目（1/15）

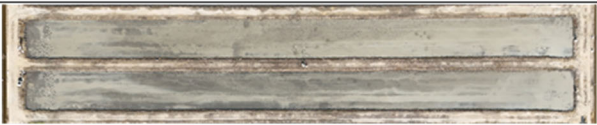
入水及び代かきの翌日（1月9日）から強制落水の当日（1月15日）までの1週間の各データを以下に示す。（表2）

表 2 データの内容

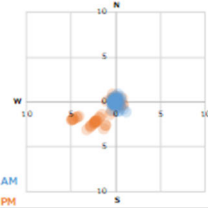
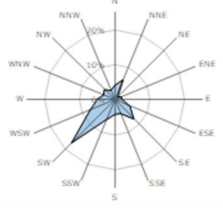
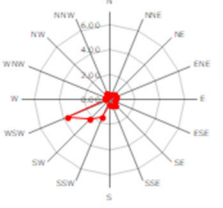
| 日付                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|
| 粒子状況（ドローンによる UAV 写真）※赤枠は、水面の浮遊物が確認できた場所を示す。<br>・ 午前（AM）<br>・ 午後（PM） |
| 風配図<br>・ 風向・風速計で取得した 10 分毎の風速及び風向データ<br>・ 風向出現頻度<br>・ 風向別平均風速       |

24/01/09

粒子状況 (UAV写真)

|    |                                                                                   |                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| AM |  | 前日の代かきにより濁りが強い。   |
| PM |  | 水面浮遊物は北東角にたまっている。 |

風向・風速

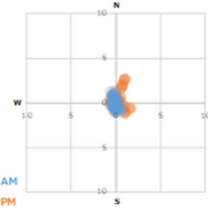
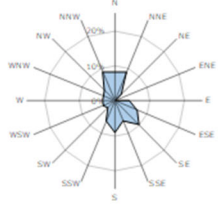
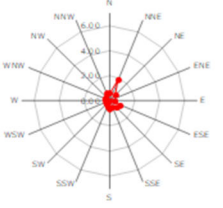
|        |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 24/1/9 | 10分間の風速 (m/s)                                                                     | 出現頻度 (%)                                                                          | 平均風速 (m/s)                                                                         |                             |
|        |  |  |  | 午前は全体的に風速弱く、<br>午後は南西の風が強い。 |
|        | CALM : 17%                                                                        |                                                                                   | Avg. : 0.99 m/s                                                                    |                             |

24/01/10

粒子状況 (UAV写真)

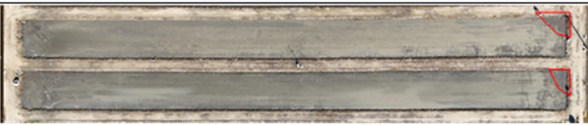
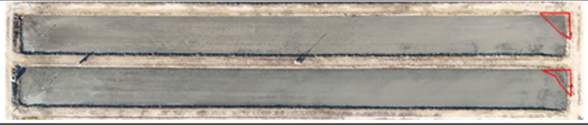
|    |                                                                                    |                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| AM |  | 水面浮遊物は北東角にたまっている。 |
| PM |                                                                                    | -                 |

風向・風速

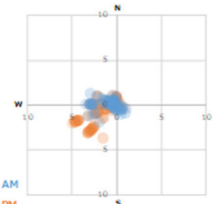
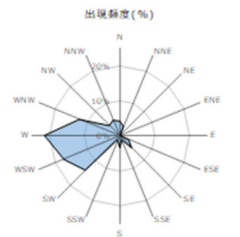
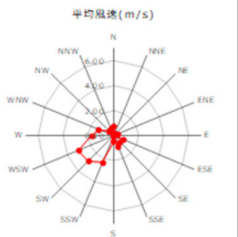
|         |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                            |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 24/1/10 | 10分間の風速 (m/s)                                                                       | 出現頻度 (%)                                                                            | 平均風速 (m/s)                                                                           |                                            |
|         |  |  |  | 午前・午後ともに全体的に風量少ない。<br>風向は南風、北風の出現頻度が比較的多い。 |
|         | CALM : 11%                                                                          |                                                                                     | Avg. : 0.63 m/s                                                                      |                                            |

24/01/11

粒子状況 (UAV写真)

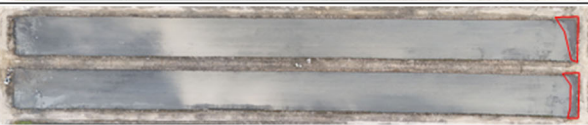
|    |                                                                                   |                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| AM |  | 水面浮遊物は北東角にたまっている。 |
| PM |  | 水面浮遊物は北東角にたまっている。 |

風向・風速

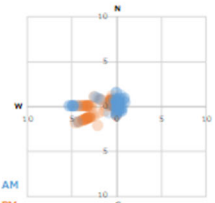
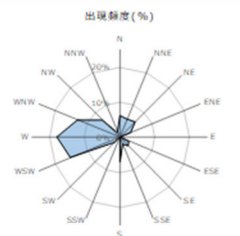
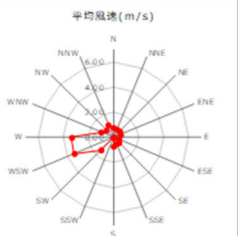
|                                                                                                                                           |                                                                                                                    |                                                                                                                             |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>24/1/11</p> <p>10分毎の風速 (m/s)</p>  <p>AM</p> <p>PM</p> | <p>出現頻度 (%)</p>  <p>CALM : 4%</p> | <p>平均風速 (m/s)</p>  <p>Avg. : 1.67 m/s</p> | 午前・午後ともに、南西の風量が多い。 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

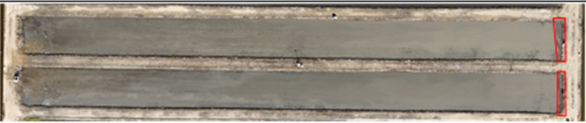
24/01/12

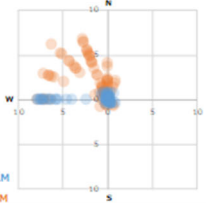
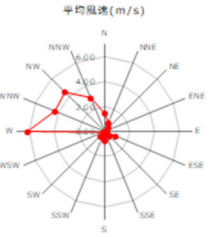
粒子状況 (UAV写真)

|    |                                                                                     |                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| AM |   | 水面浮遊物は東端にたまっている。 |
| PM |  | 水面浮遊物は東端にたまっている。 |

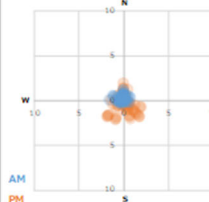
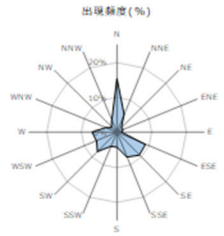
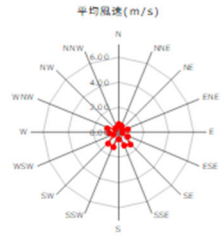
風向・風速

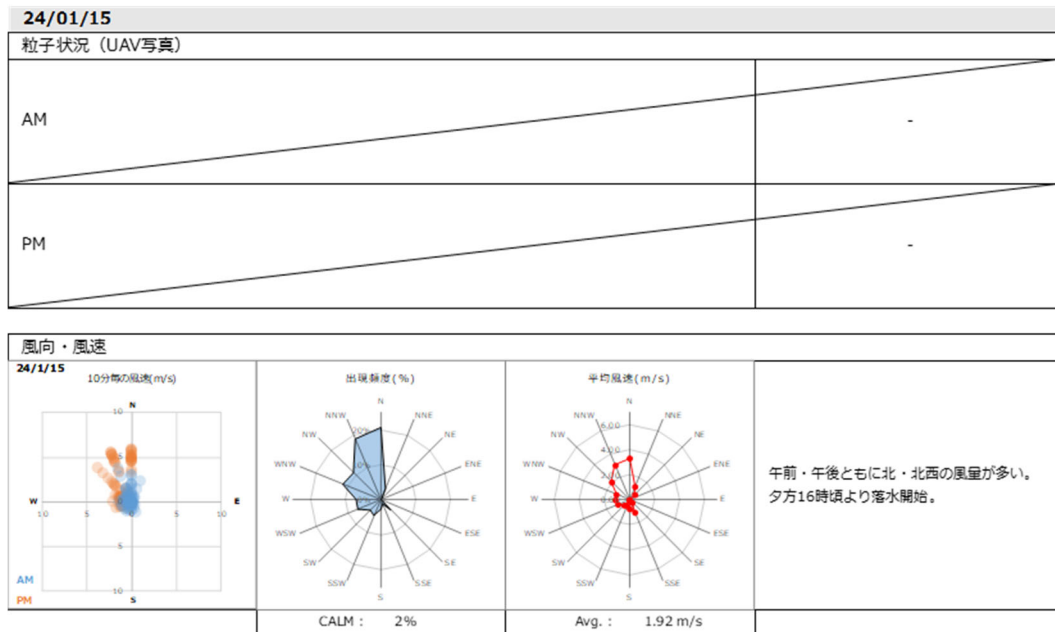
|                                                                                                                                             |                                                                                                                       |                                                                                                                               |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>24/1/12</p> <p>10分毎の風速 (m/s)</p>  <p>AM</p> <p>PM</p> | <p>出現頻度 (%)</p>  <p>CALM : 11%</p> | <p>平均風速 (m/s)</p>  <p>Avg. : 0.63 m/s</p> | 午前・午後ともに西からの風量が多い。 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

| 24/01/13     |                                                                                   |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 粒子状況 (UAV写真) |                                                                                   |                  |
| AM           |  | 水面浮遊物は東端にたまっている。 |
| PM           |                                                                                   | -                |

| 風向・風速   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 24/1/13 | 10分間の風速(m/s)                                                                      | 出現頻度 (%)                                                                          | 平均風速 (m/s)                                                                         | 午前、西からの風量が多い<br>午後にかけて北西の風が強い。 |
|         |  |  |  |                                |
|         |                                                                                   | CALM : 6%                                                                         | Avg. : 2.64 m/s                                                                    |                                |

| 24/01/14     |                                                                                     |                                                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 粒子状況 (UAV写真) |                                                                                     |                                                  |
| AM           |   | 水面浮遊物は南東角にたまっている。                                |
| PM           |  | 水面浮遊物は南東角にたまっている。<br>围場Bは、<br>午後にかけて北西寄りに浮遊物が移動。 |

| 風向・風速   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 24/1/14 | 10分間の風速(m/s)                                                                        | 出現頻度(%)                                                                             | 平均風速(m/s)                                                                            |                                 |
|         |  |  |  | 午前、全体的に風量少ない。<br>午後は、南東からの風が多い。 |
|         |                                                                                     | CALM : 10%                                                                          | Avg. : 0.75 m/s                                                                      |                                 |



## ② 入水2回目（1/30）～ 強制落水2回目（1/31）

2回目の強制落水（1月31日）は、1回目の強制落水に比べて流出物が多かった。1回目の強制落水後は、水面の浮遊物が、水が捌けた後も地面に残っていた一方、2回目の強制落水時は、水面の浮遊物の大半が排水とともに流出した。

## （3）被膜殻の流出率

ほ場Aでは、1回目の強制落水時（1月15日）に652個・1.6g、2回目の強制落水時（1月31日）に28,760個・74gが確認され、流出個数はそれぞれ0.0711%、3.1375%、流出重量はそれぞれ0.0606%、2.8030%となり、2回目の強制落水時の流出率が最も高かった。

ほ場Bでは、1回目強制落水時に25個・0.062g、2回目の強制落水時に10,499個・46gが確認され、流出個数はそれぞれ0.0056%、2.3566%、流出重量はそれぞれ0.0055%、4.0600%となり、ほ場Aと同様に、2回目の強制落水時の流出率が最も高かった。

ほ場A・Bを比較したところ、全ての採取日においてほ場Aの方が、流出率が高かった。また、ほ場A・Bともに、流出した個数のうち、約98～99%が2回目の強制落水後に流出した。（表3）

各ほ場の流出調査で回収した被膜殻の例を図3に示す。

表3 回収した被膜殻 分析結果

|           | ほ場A（排水口東） |               |                    |                    | ほ場B（排水口西） |               |                    |                    | 落水前<br>水位<br>[cm] |
|-----------|-----------|---------------|--------------------|--------------------|-----------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 採取日       | 個数<br>[個] | 重量<br>[g-dry] | (個数)<br>流出率<br>[%] | (重量)<br>流出率<br>[%] | 個数<br>[個] | 重量<br>[g-dry] | (個数)<br>流出率<br>[%] | (重量)<br>流出率<br>[%] |                   |
| 2024/1/15 | 652       | 1.6           | 0.0711             | 0.0606             | 25        | 0.062         | 0.0056             | 0.0055             | 5                 |
| 2024/1/31 | 28,760    | 74            | 3.1375             | 2.8030             | 10,499    | 46            | 2.3566             | 4.0600             | 10                |

流出率算出方法

|               |                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------|
| ( <b>個数</b> ) | 流出率[%] = 流出 <b>個数</b> / 1 ほ場あたりの <b>個数</b> (概況調査結果) × 100 |
| ( <b>重量</b> ) | 流出率[%] = 流出 <b>重量</b> / 1 ほ場あたりの <b>重量</b> (概況調査結果) × 100 |

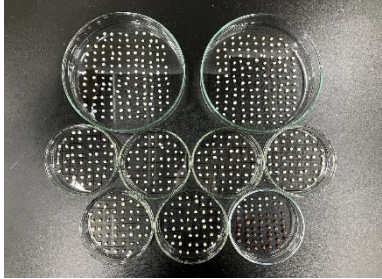
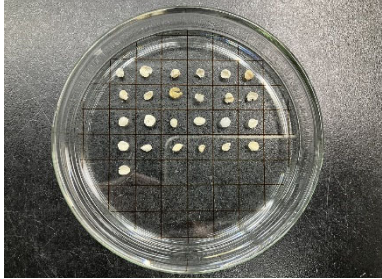
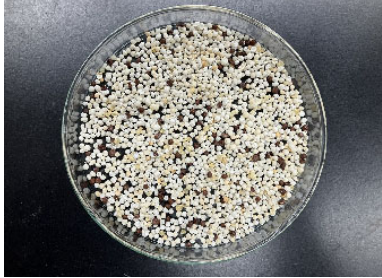
| 採取日                 | ほ場 A                                                                               | ほ場 B                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2024/1/15<br>(浅水管理) |   |   |
| 2024/1/31<br>(深水管理) |  |  |

図 3 流出調査で回収した被膜殻の例

#### 4 まとめ

概況調査から、ほ場Aはほ場Bよりも約2倍多く被膜殻が土壌に含まれる算出結果となった。今回調査した2ほ場を含む南北7ほ場は、プラスチック被覆肥料を使用していた7年前以前は1枚のほ場であり、当時の排水口の位置や給水バルブからの水の流れが、土壌中の被膜殻の数量の違いに影響している可能性が考えられる。また、直近7年間はプラスチック被覆肥料を使用せず、苗代や大豆栽培として利用しているが、現在も代かき等を行うことで、一定量の被膜殻の流出があると考えられる。なお、各ほ場の土壌に含まれる被膜殻の量は、流出調査の補正に使用した。

流出調査から、風向・風速データと上空からの UAV 写真により、水面の浮遊物が風の影響を受けているとみられた。実際に、強風時には水面の浮遊物が風に流される状況を確認することができた。また、強風により水面が波立ち、風下方向の畔に被膜殻が付着していた。

また、強制落水時の水位によって、被膜殻の流出量に大きく差があった。1回目の強制落水後のほ場には水面の浮遊物が水底に残った状態で水が捌けていた一方で、2回目の強制落水は1回目より高い水位で排水口を解放したため、排水の勢いが増し、水面の浮遊物が強い水流によって1回目よりも多く流出したと考えられる。

被膜殻の流出率は、個数・重量ともに、東側に排水口があるほ場Aの方が高かったが、ほ場Aの1回目の強制落水時と2回目の強制落水時の流出量を比較すると、浅水管理であった1回目の強制落水時のほうが被膜殻の流出量が少ない。このことから、風下に排水口があり、被膜殻が集まった状態であっても、浅水管理により流出量を抑えることができると考えられる。

以上の結果より、本年度の調査で明らかとなったのは主に以下3点である。

- ① （被膜殻の流出に影響を及ぼす要素）浮遊している被膜殻が風によって流され、風下側の排水口より流出する、または風下側に溜まる傾向がある。
- ② （流出防止対策①）可能な限り浅い水位で代かきを実施することで、代かき直後の落水時の被膜殻の流出量を比較的抑えることができる可能性がある。
- ③ （流出防止対策②）適宜ネットを交換する等の管理は必要であるが、排水口にネットを設置することで多くの被膜殻を回収でき、水路や河川への流出防止対策の1つとして有効である。

【問合せ先】  
農産局技術普及課生産資材対策室

代表：03-3502-8111（内線4798）  
ダイヤルイン：03-6744-2186