令和4年度 環境研究総合推進費 事後評価ヒアリング(2022年7月21日)

## 農耕地におけるマイクロプラスチックの発生と 海域への移行に関する研究

研究領域 :統合領域

重点課題 : グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発

課題番号 : 1RF-2001

体系的番号:JPMEERF20201R01

実施期間 :令和2年度~3年度(2年間)

区分 :革新型研究開発(若手枠)

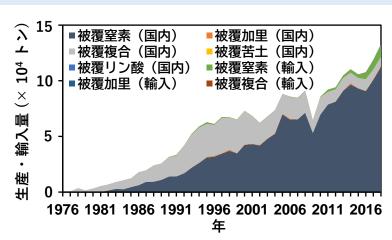
研究代表機関名 研究代表者名

:勝見尚也

:石川県立大学



## はじめに:農地におけるプラスチック



肥料成分の利用効率向上と農業の省力化 を目的にプラスチックでコーティングし た被覆肥料が製造・販売

◆ 1976年から2018年までに200万トン以上が 生産・輸入され、国内の水田では幅広く使用

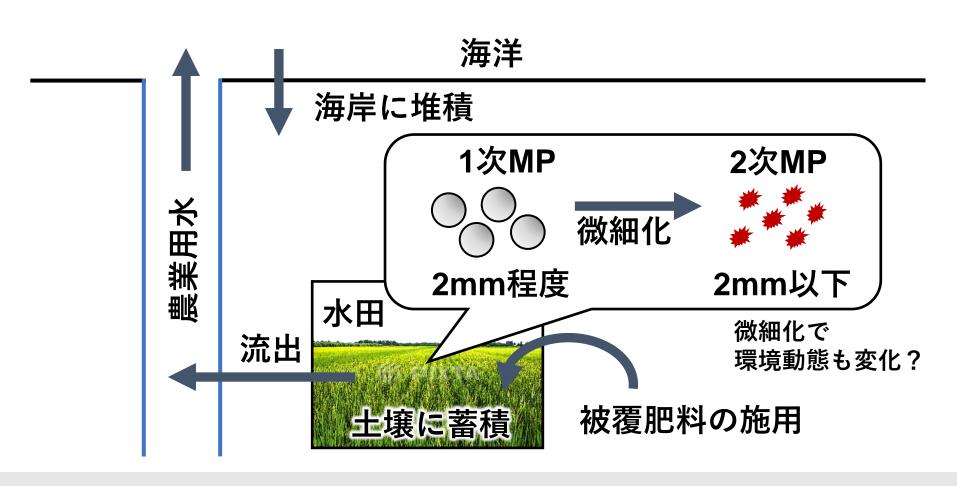
#### <u>問題点</u>

- □ 使用後、マイクロカプセル(以降、被膜殻と略す)は回収されない
  - → 環境中の一次マイクロプラスチック (MP) に相当
- □ 水田は農業用水で海洋と繋がっているため海洋MPの発生源の可能性

### しかし、陸域における動態や海洋での実態はほぼ不明



# 研究開発目的:被膜殻の実態把握



最終目標:観測に基づき各矢印の大きさを定量化

課題①水田における被膜殻の流出・蓄積・微細化

課題② 農業用水を通じた海洋への移行プロセスの評価

課題③海岸における実態調査

### 研究目標

### 課題1. 水田における被膜殻の蓄積・変質・流出量の評価

- □ 水田における被膜殻の滞留時間や流出時期とその規定要因
- ロ 微細化による二次マイクロプラスチックの発生の有無

#### 課題2.農業用水を介した海洋への移行プロセスの評価

- □ 被膜殻の輸送量の季節変化や河川流量との関係性
- □ 落差工などの用水路設備が海域への移行に与える影響

### 課題3. 海岸線におけるマイクロプラスチックの実態調査

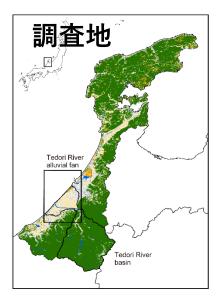
□ 定点モニタリングと広域調査の結果をふまえ、海岸における被覆肥料 由来のマイクロプラスチックの実態を把握

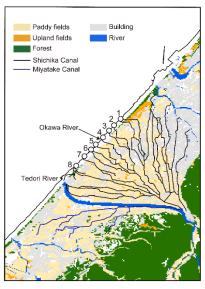






# 研究開発内容:海岸における実態調査





# 武料の採取方法 コドラート(0.16m²)を設置 深度5cmまで採取 室内で乾燥 5m @松任海浜公園(地点4)

#### 内容

海岸における汚染の実態把握 特に、季節変動&被膜殻の寄与

#### 調査項目

- □ 定点調査(1~2回/月) 地点4において堆積量を調査
- □ 広域調査(2回/年) 地点1~8において堆積量を調査

#### 被膜殻の計測方法

篩とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>により夾雑物を除去
↓
目視で被膜殻を取り出し、画像撮影
↓
Image J Fijiで粒子数計測
↓
FT-IRによる素材判定

# 研究開発内容:水田からの流出と蓄積

#### 水田からの被膜殻の流出量

内容:流出過程の把握&原単位の算出





#### 方法

1. 水田の排水口に網を設置・試料回収

2. 篩とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>により夾雑物を除去

3. 被膜殻数を計測

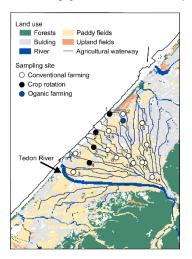
調査水田数:14

水田面積 :396~3534 m²

県立大の水田では着色した被覆肥料を施 用し、回収した被膜殻の施用年代を推定

#### 水田土壌への被膜殻の蓄積

内容:水田土壌への蓄積状況を把握



調査地:手取川扇状地

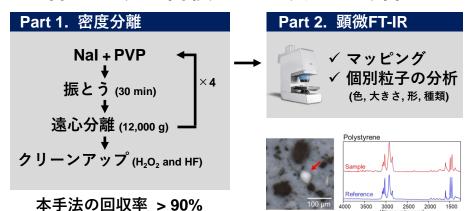
慣行栽培: 14地点 輪作 : 4地点

有機栽培: 1地点

水中篩別により被膜殻を分離し、粒子数計測

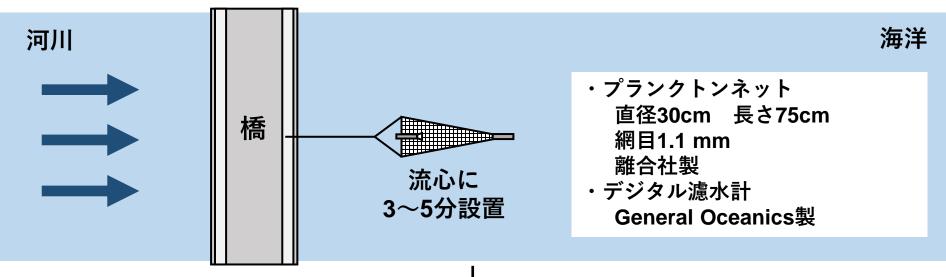
#### 二次MPの評価

内容:土壌に蓄積した二次MPを評価



# 研究開発内容:海洋への移行プロセス

内容:手取川七か用水(大川)の河口にて被膜殻の流入状況を把握



#### <u>定期観測</u>

期間:2021.4.16~9.29 (11~12時)

頻度:4.16~6.9は3日に1度

それ以降は2週間に1度

1回のサンプリングで5試料採取

#### 集中観測

期間:2021.4.24~26(計56時間)

頻度:1回/30 min

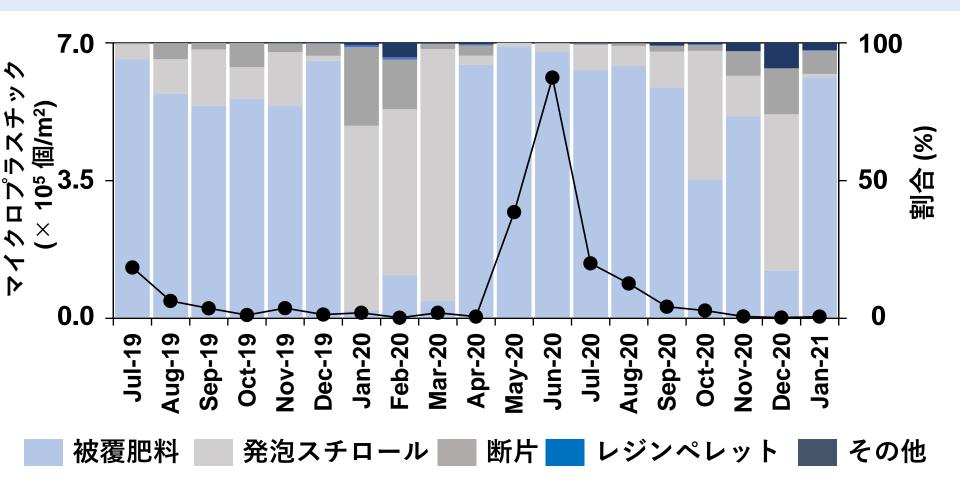
欠測:24日 21:30 25日 10:00

26日 14:30, 16:30

試料の処理:篩とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>により夾雑物を除去した後、被膜殻数を計測

集中観測の際、着色した被膜殻(トレーサー)を3.8km上流から放流し、流下速度を算出(4/25:赤色のトレーサー 4/26:黄色のトレーサー)

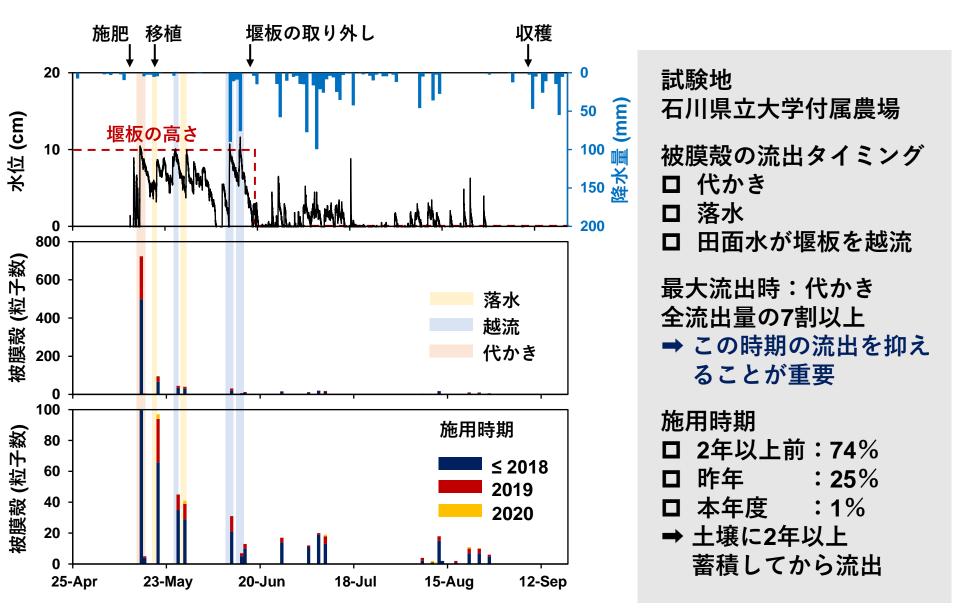
# 成果の概要:海岸における調査結果



- □ MPの密度 :明瞭な季節変動 灌漑期 1 (特に5、6月) 非灌漑期 🤳
- □ 割合 :灌漑期 7~9割が被膜殻 非灌漑期 被膜殻の寄与率低下
- □ 広域調査においても同様な結果が得られた

農業が盛んな地域では水田がMPの主要な発生源となりうる

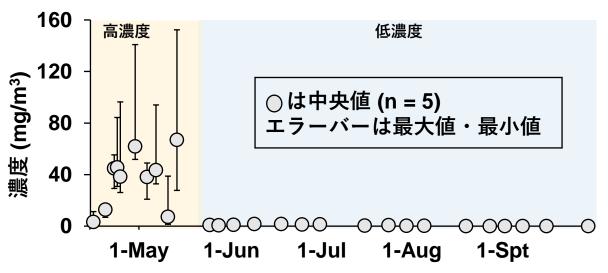
# 成果の概要:水田からの被膜殻の流出挙動



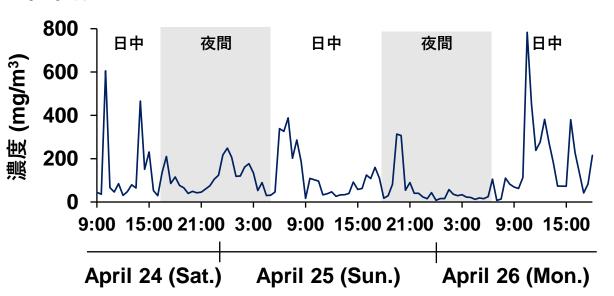
Katsumi et al. (2021a)

## 成果の概要:河川におけるモニタリング





#### 集中観測



#### 定期観測

明瞭な季節変動あり

高濃度:4月~5月

低濃度:6月以降

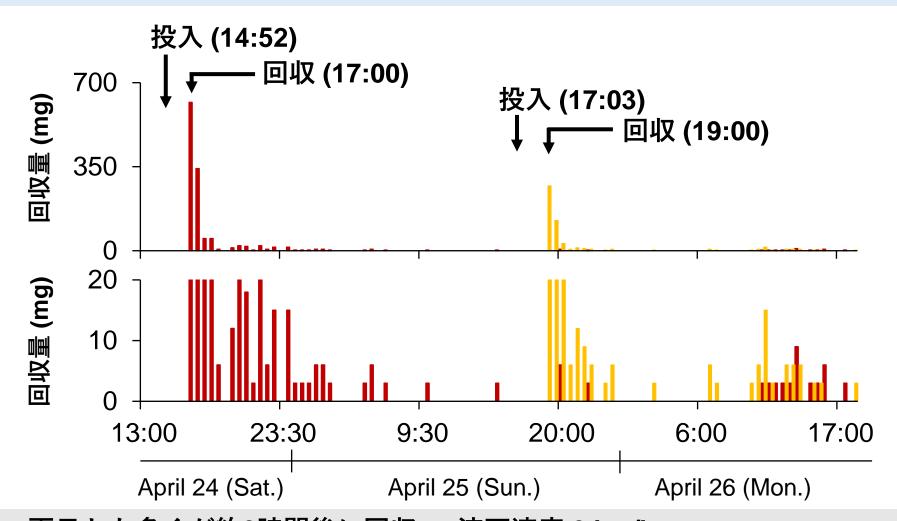
海洋への移行時期

≒ 水田からの流出時期

#### 集中観測

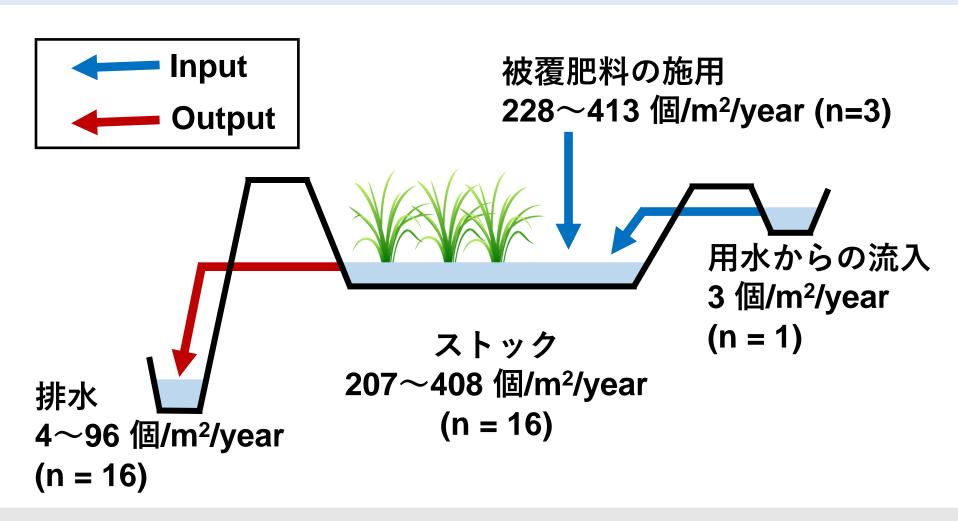
- □ 時間変動が大きい
- ❏ 濃度比較:日中>夜間
- ※ 夜間でも高濃度の場合 あり (24~25日にかけて)
- ➡ 時間をかけて流下
  - & 夜間も水田から流出

# 成果の概要:トレーサーの回収



両日とも多くが約2時間後に回収 → 流下速度 2 km/h ただし、放流して2日後に回収されるマーカーも存在 → 落差工や植生にトラップされ、遅延した可能性 ただし、量としては僅かであり、大部分はトラップされずに流下

# 成果の概要:水田における被膜殻の収支



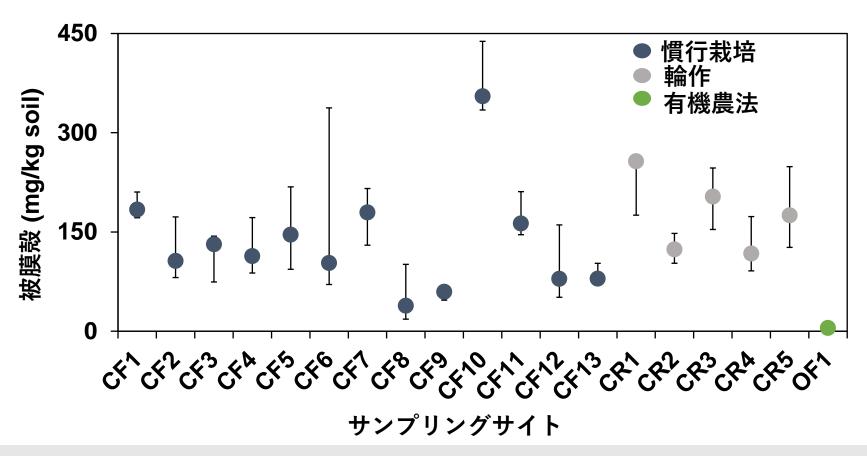
収支

:流入量 >> 流出量

→ 被覆肥料の施用により被膜殻は土壌に蓄積

流出率:年間流入量の1~26% (中央値 7.1%)

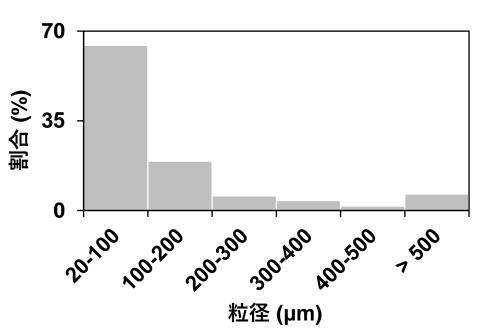
# 成果の概要:土壌中の被膜殻濃度

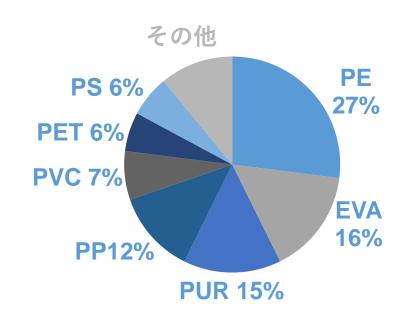


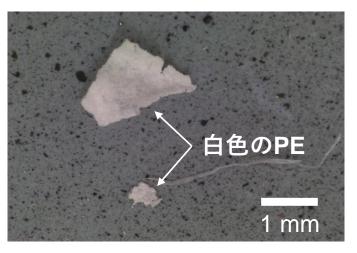
- □ 中央値:慣行 151 mg/kg 輪作 155 mg/kg 有機農法 6.2 mg/kg
- □ 慣行栽培と輪作の濃度比較:有意差なし(*p* = 0.442, U-test)
  - → サンプルサイズの問題 or 輪作開始10年程度では差が出ないか
- □ 被覆肥料を使用したことが無い圃場からも検出
  - → 七か用水が用排水兼用の農業用水のため

### 成果の概要:土壌中の二次MP

#### 二次MPの粒度分布と組成







粒径:100µm以下が全体の6割超

材質:PE > EVA > PUR > PP

被膜殻に由来すると思われる白色のPEが確認されたが、全体から見たら僅かな量

→ 被膜殼由来の二次MPはマイナーか

## 環境政策等への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

- 1. 環境省:プラスチックごみの海洋への流出実態把握等業務において、被膜殻の流出率について知見を提供し、インベントリ精度向上に貢献した
- 2. 農水省、大阪府、福井県:本研究の成果が被膜殻の流出対策の策定や 農家の指導に活用された

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

- 1. 農用地から被膜殻の流出量と流出時期 国内の水田から被膜殻が流出し、これらの被膜殻は代かきから約1~2週間 のうちにその大部分が流出する
- ➡ この期間に流出対策を講じることで海洋への流出を大幅に低減可能
- 2. 農用地における被膜殻の蓄積 農用地には既に大量の被膜殻が蓄積している。慣行の水稲栽培を続ける限 り、既に土壌に蓄積した被膜殻が長期にわたり流出し続ける
- → 農用地から海洋への追加的な汚染を防ぐためには、既に水田に蓄積した被膜殻の流出抑制技術と除染技術の開発が必要

# 研究目標の達成状況

テーマ	自己評価	目標との対応
テーマ1 水田における蓄積・ 変質・流出量の評価	目標を上回 る成果をあ げた	予定どおり被膜殻の流出時期とその規定要因を明らかにするとともに、被膜殻の劣化による二次マイクロプラスチックの発生を示した。さらに、複数年にわたる流出プロセスを実測値として得ることができた。
テーマ 2 農業用水を介した海 洋への移行プロセス の評価	目標を上回 る成果をあ げた	輸送量の季節変動を明らかにするとともに、落差工などの用水設備が流下に及ぼす影響を定量的に評価した。 さらに、当初の計画に加え、高時間分解能で3日間の集中観測を実施することで、日変動を明らかにした。
テーマ3 海洋におけるマイク ロプラスチックの実 態調査	目標どおり の成果をあ げた	予定どおり定点調査と広域調査を実施した。海岸線における被膜殻の堆積量は明瞭な季節変動があり、灌漑期に高く、水田がマイクロプラスチックの発生源として看過できないことを明かにした。

全体を通して当初設定した研究目標を全て達成し、課題1および2においては当初の目標を上回る成果をあげることができた。特に、(1)農用地における被膜殻の蓄積量と年間流出量の推定値と(2)被膜殻の流出時期については、農用地におけるプラスチックごみの管理方法を検討する上で基盤となる知見である。

## 研究成果の発表状況

### 査読付き論文 受理3報 (+投稿中1報 準備中2報)

- 1. <u>Katsumi, N.</u>, Kusube, T., Nagao, S., Okochi, H. (2021a) The input—output balance of microplastics derived from coated fertilizer in paddy fields and the timing of their discharge during the irrigation season. **Chemosphere** 279, 130574.
- Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S., Okochi, H. (2021b) Accumulation of microcapsules derived from coated fertilizer in paddy fields. Chemosphere 267, 129185.
- **3.** <u>Katsumi, N.</u>, Kusube, T., Nagao, S., Okochi, H. (2020) The role of coated fertilizer used in paddy fields as a source of microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin** 161, 111727.

### 学会発表 6件(2021年度 2件 2022年度 4件) うち2件が受賞

2022年度 日本土壌肥料学会 若手優秀発表賞受賞(指導学生) 2021年度 日本土壌肥料学会中部支部 ベストポスター賞受賞(指導学生)

### 国民との科学・技術対話 10件(2021年度 2件 2022年度 8件)

令和2年度 海洋プラスチックごみ学術シンポジウム 農林水産省主催 被覆肥料の被膜殻の流出防止に向けた勉強会 金沢大学市民講演会「豊かな海を守るためには??」 など