

# 被覆肥料に由来するマイクロプラスチックの生態リスクと排出量

農研機構農業環境研究部門

上級研究員 永井孝志

## 1. はじめに

マイクロプラスチックは、5mm以下のプラスチック（化学繊維やゴムも含む）と定義され、一次マイクロプラスチック（最初から5mm以下の粒子として製造されたもの）と二次マイクロプラスチック（製造後に環境中などで破碎・細片化されたもの）に大きく分類される。これらは世界中の海洋においてその存在が確認されており、そこに生息するクジラやウミガメ、海鳥、魚などの様々な生物の消化器からも検出されている。このため、マイクロプラスチックの人の健康や生態系への影響について現在注目が集まっている<sup>1)</sup>。

2015年に米国で化粧品に配合された洗顔スクラブなどのマイクロプラスチックビーズが規制されたことを皮切りに、各国でも規制が始まっている。これは、環境中で分解できず回収困難であることが主な理由であり、実際の環境中で悪影響を与えていることが証明されたからではない<sup>2)</sup>。日本でも2020年7月からレジ袋の有料化が始まるなどの取り組みが進んできた。

農業用途で使用される被覆肥料は、肥料成分が数mmのカプセルに入っており、カプセルから徐々に肥料成分が溶け出してくるものである。長期的に効き目があり、施肥の省力化や施肥量の削減、肥料成分の水系への流出防止に有効とされている。ところが、その小ささから一次マイクロプラスチックとしてのカプセルの回収が困難であり、水系に流出したものが多数見つかっている<sup>3)</sup>。

そこで本記事では、被覆肥料のプラスチックカプセルの水系への流出問題について、生態リスクと排出量の観点から整理することを目的とする。

## 2. マイクロプラスチックによる生態リスク

マイクロプラスチックによる生態リスクは以下の3種類に分けられる：

- ①プラスチック粒子そのものの有害性
  - ②プラスチックに添加された様々な化学物質による有害性
  - ③プラスチック粒子に吸着した環境中の残留性有機汚染物質による有害性
- 粒子毒性に関してBurnsら（2018）は、2018年

## 本 号 の 内 容

### § 被覆肥料に由来するマイクロプラスチックの生態リスクと排出量 …………… 1

農研機構農業環境研究部門

上級研究員 永井孝志

### § 中華めん用小麦「ラー麦」において 高い子実タンパク質含有率を確保できる省力施肥法 …………… 5

福岡県飯塚農林事務所 飯塚普及指導センター

石丸知 道

### § 土のはなし — 第15回 化学肥料だけしか使わない畑のコムギの生育 — 堆肥だけの畑と比べる — …………… 9

ジェイカムアグリ株式会社 北海道支店

技術顧問 松中照夫

までの毒性評価や環境中濃度の研究報告を網羅的にレビューし、現状のマイクロプラスチックは水域生態系に影響を示す濃度レベルではないと報告した<sup>4)</sup>。この論文では、文献から収集した多数の水生生物に対する無影響濃度を用いて、種の感受性分布という手法（濃度と影響を受ける種の割合の関係を確率分布で表現する）<sup>5)</sup>により、生態系に対する予測無影響濃度を粒子サイズごとに見積もった。実際の環境中におけるマイクロプラスチックの濃度分布は予測無影響濃度よりも数桁低いところがあり、現状生態リスクは懸念レベルにないと評価された。

また、プラスチック製品には可塑剤や紫外線吸収剤、酸化防止剤、剥離剤、難燃剤など様々な添加剤が配合されている。プラスチック自体は消化管から体内へは吸収されずにほとんどが体外へ排出されるが、添加・吸着している化学物質は体内に吸収される。このような化学物質を添加したマイクロプラスチックを魚などに曝露させると、肝機能障害や腫瘍の発生などの影響が見られた。ただし、これは実際の環境中濃度よりも一桁以上高い濃度条件で見られた影響である<sup>1)</sup>。さらに、マイクロプラスチックへの吸着が問題となっている疎水性有機化学物質については、海洋においてプラスチックに付着している割合は非常に低く、現時点で実質的に生態リスクの懸念につながる可能性は低いと整理されている<sup>6)</sup>。

欧州委員会の政策のための科学的助言コンソーシアムも、生態リスクは現状では懸念レベルにないことを報告している<sup>7)</sup>。ただし、マイクロプラスチックの環境への排出量が今後も継続した場合、100年以内にマイクロプラスチックの生態リスクが広範囲で顕在化する可能性があるとも述べられている。

以上から、現状においてマイクロプラスチックの生態リスクは懸念レベル以下であるものの、これ以上継続的に排出し続けるべきではないとまとめられる。ただし、「(実際の環境中濃度よりもはるかに高い濃度で) マイクロプラスチックを生物に曝露させると有害な影響が見られた」、「環境中もしくは生物体内から検出された (が無影響濃度よりもはるかに低い)」という情報自体は事実で

あるものの、これが ( ) 内を省いた形で広がってしまうとイメージが大きく変わってしまう。また、マイクロプラスチックの生態リスク評価の残された課題としては以下の点が指摘されている<sup>6)</sup>。

- サイズ、形状（球体・ファイバー・フラグメント）、ポリマータイプ（ポリスチレン・ポリエチレン等）、経年劣化の有無等による毒性への影響
- 濃度単位は重量と粒子の個数のどちらにすべきか
- 体内への取り込みの有無
- 天然の微粒子との比較

### 3. マイクロプラスチックの発生源と排出量

マイクロプラスチックの発生源としてはペットボトルやレジ袋、被覆肥料カプセル、人工芝などが注目されがちであるが、発生源の全体像はあまり知られていない。ドイツのフラウンホーファー研究所による報告では、発生源をトップ30までリスト化している（表1ではトップ12までを示す）<sup>8)</sup>。これを見ると全体の排出量は2,500g/年/人程度となっている。このうち排出量が多いのは摩耗などで発生する二次マイクロプラスチックであり、一次マイクロプラスチックはマイナーな発生源となっていることがわかる。さらに二次マイクロプラスチックの中でも、タイヤ・アスファルト・靴・人工芝などの摩耗が非常に多い。

また、12位に「農業用プラスチックの摩耗」というカテゴリがあり、これは農業用途の全てが含まれると推測される。欧州においても被覆肥料が

表1. マイクロプラスチックの発生源別排出量  
トップ12

順位	排出源	排出量 g/年/人
1	自動車タイヤの摩耗	1228
2	廃棄物漏洩	302
3	摩耗アスファルト	228
4	プラスチックベレット損失	182
5	人工芝グラウンドからの流出	131
6	工事現場における漏洩	117
7	靴底の摩耗	109
8	プラスチック包装容器	99
9	道路上の標識マーク	91
10	洗濯による衣類繊維由来	76
11	塗料の摩耗	65
12	農業用プラスチックの摩耗	45

使用されるものの、水田が少ないため水系への流出は日本よりかなり少ないと考えられる。よってこのカテゴリの排出はビニールハウスやマルチなどの大きな資材の摩耗によるものと推測される。

次に、農業由来のプラスチック排出について整理する。農業分野から排出されるプラスチックは、農業用ハウスやトンネルの被覆資材、マルチ、苗や花のポットなどに加えて、被覆肥料のカプセルがある。農林水産省の資料<sup>9)</sup>によると、2018年ベースで合計106,501tのプラスチックが排出されている。これらの排出量は環境中に全部出ていくわけではなく、廃棄物としてほとんどのものが処理されている。再生処置・埋立処理・焼却処理のうち、再生処理が7割を超えている。

農業由来のプラスチックの排出を素材別に見ていくと、ビニールハウスに使われる塩化ビニルや、トンネル・マルチ・ベタがけなどに使われるポリオレフィン系（ポリエチレンなど）が多くを占めている。被覆肥料は育苗トレイやポットとともに「その他プラスチック」に分類され、全体の17% (17,928t) である。1993年からの排出量の推移が分類別に掲載されており、全体としての排出量は減少傾向にあるものの、「その他プラスチック」に限定すれば若干増加傾向にある。

「その他プラスチック」の内訳で被覆肥料のものがどれくらいかの記載がないため、ここでは簡易に推定を試みる。まず、「その他プラスチック」の排出量17,928tを日本の人口で割ると140g/年/人になる。これを、非常にざっくりと育苗トレイ、ポット、肥料カプセルの3つに等分割すれば、47g/年/人という計算になる。さらに、使用された肥料カプセルの10%が水系に流出すると仮定すると、5g/年/人程度となるだろう。農林水産省の別の調査<sup>9)</sup>によると、施用した肥料由来カプセルのうちの2~9%が系外に流出し、ほとんどが代かき後の流出だったことが示されている。よって、環境への流出率10%は若干大きめに見積もった値となっている。

さらにマイクロプラスチックの実測調査からの推定値も参照できる。一般社団法人ピリカはマイクロプラスチックの大規模な調査を継続的に行っており、データも公開されている<sup>11)</sup>。2020年度版

のデータからは、マイクロプラスチックの排出量の見積もりが157tでそのうち肥料カプセルが15%つまり、24tとなっている。これを同様に人口で割れば0.2g/年/人と計算される。全体で157tというのはかなり少ない数字であるが、タイヤ摩耗塵などの小さすぎる粒子はカウントされていないと考えられる。これらから、実際は0.2~5g/年/人の間くらいにあると推定された。ドイツにおけるマイクロプラスチックの全体の排出量2,500g/年/人が日本でも同様と仮定すると、被覆肥料由来の排出を大きめに見積もっても全体の1%以下となる。農業用プラスチックに限定しても(表1)、被覆肥料以外の方が多く排出されていることになる。

#### 4. 被覆肥料カプセルの問題の本質はリスクの問題というよりもごみ問題である

ここまで整理してきたように、現状の生態リスクは懸念レベル以下であること、被覆肥料はマイクロプラスチックの排出源としてマイナーなものであること、を考慮すると、マイクロプラスチックのリスク低減策としての被覆肥料の使用中止は非常に効率が悪いと考えられる。もしも被覆肥料の使用を中止して追肥を繰り返すことを考えると、肥料効率が悪くなり肥料の投下量が増えてしまうことや、追肥のために何度も圃場を移動すると自動車使用による別のリスクも高まること(タイヤの摩耗はマイクロプラスチックの排出源としてトップ)も考える必要がある。肥料の投下量が増加することで、水系が富栄養化したり、脱窒による温室効果ガスが発生したりするなど、他の環境問題を引き起こす可能性もある。このように、プラスチックの使用中止だけでは問題解決にならない。

それでは、被覆肥料は今後も何も問題なく使い続けて良いのか? この問いに対しては、リスクの問題とは切り離して考える必要がある。海岸に打ち上げられたたくさんのプラスチックごみを見て非常に不愉快な気分になるように、水系から多数見つかる被覆肥料由来のカプセルは直観的にネガティブなイメージを持たれている(悪いものと認定される)。そして、悪いものはリスクが高くベネフィットは低いはず、という認知を持つようになる。そこに、マイクロプラスチックの悪影響のような情報が入ってくると、直感的なネガティブイ

メージを補強し、自分の直感は間違っていなかったと強く認識するようになる。つまり、リスクがあるからネガティブなイメージを持つのではなく、最初からある直観的なネガティブイメージが、リスク情報で増幅されていると見なすべきである。このため、現状の生態リスクは懸念レベル以下、という情報の提供だけではネガティブイメージの払拭にはあまり大きな効果がないかもしれない。このように、対象を良いか悪いか（好きか嫌いか）という感情でまず判断を下し、その対象のリスクやベネフィットを後付けで判断する、という思考過程を（感情）ヒューリスティックと呼ぶ<sup>12)</sup>。このような市民の感情や価値観も決して無視すべきではない。

すなわち、リスクがないからごみをその辺に捨てても良い、というわけではないため、水管理を徹底して圃場系外への流出を防止したり、排水口でなるべく回収の努力をしたりするなど、使う側の責任をきちんと負うことにまず取り組むべきである。つまりはリスクの問題というよりもプラスチックごみ問題として考える必要がある。水管理による流出防止対策は、プラスチックだけではなく農薬や肥料成分についても系外への流出を防ぐため、全体的に環境負荷が低減する。水田での代かき後の流出量が多いが、排水口での捕集が有効であることも報告されている<sup>9)</sup>。

また、2022年になりJA全農及び業界団体は「緩効性肥料におけるプラスチック被膜殻の海洋流出防止に向けた取り組み方針」を公表した。これには2030年までの達成を目標とした以下の3つの取り組みが示されている：

- ①被覆肥料にプラスチックが含まれていることの周知
- ②プラスチック被膜殻の農地からの流出抑制対策の実施
- ③新技術の開発と普及によるプラスチック被膜に頼らない農業の実現

以上のような取り組みに加えて、関係者間での情報共有や、対話や意見交換を通じた相互理解・信頼関係の構築を行うリスクコミュニケーションが求められるだろう。これは一方的な情報提供ではなく、双方向的コミュニケーションが重要であ

り、説得のための技法という認識を持たないように注意が必要である<sup>12)</sup>。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本学術会議. 提言「マイクロプラスチックによる水環境汚染の生態・健康影響研究の必要性とプラスチックのガバナンス」(2020)
- 2) 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 環境・エネルギーユニット. 俯瞰ワークショップ報告書「社会および産業競争力を支える基盤としての環境リスク評価研究」(2020)
- 3) 池貝隆宏, 三島聡子, 菊池宏海, 難波あゆみ, 小林幸文. 相模湾沿岸域のマイクロプラスチック漂着特性. 神奈川県環境科学センター研究報告. 41, p.1-10 (2018)
- 4) Burns EE, Boxall ABA. Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 37, p.2776-2796 (2018)
- 5) 国立研究開発法人農業環境技術研究所. 【技術マニュアル】農薬の生態リスク評価のための種の感受性分布解析 Ver. 1.0 (2016)
- 6) 岩崎雄一, 眞野浩行, 林彬勲, 内藤航. マイクロプラスチックの水生生物への粒子影響に着目した有害性評価の現状と課題. *環境毒性学会誌*. 24, p.53-61 (2021)
- 7) Science Advice for Policy by European Academies. A scientific perspective on microplastics in nature and society (2019)
- 8) Fraunhofer Institute for Environmental, Safety and Energy Technology UMSICHT. *Kunststoffe in der Umwelt: mikro- und makroplastik* (2018)
- 9) 農林水産省農産局園芸作物課. 農業分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢 (2022)
- 10) 農林水産省. 令和2年度プラスチックを使用した被覆肥料の実態調査 (2021)
- 11) 一般社団法人ピリカ. マイクロプラスチック流出状況データベース.
- 12) 木下富雄. リスク・コミュニケーションの思想と技術. ナカニシヤ出版 (2016)