

令和 4 年度環境省委託業務

令和 4 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業
(うち、化石由来プラスチックを代替する省 CO2 型バイオマスプラスチック等 (再生可能資源) への転換及び社会実装化実証事業)
(海水・淡水中での生分解性を有するバイオマス複合プラスチック製ルアーの開発・普及促進事業) 委託業務

成果報告書

令和 5 年 3 月

株式会社 GSI クレオス

概要

昨今、コロナ禍を受けて釣りブームが到来していると言われている。(一社)日本釣用品工業会によると、疑似餌(ルアー)の国内出荷規模は増加傾向にあり、2022年の出荷規模はコロナ禍前の2018年比で約45%増加すると見込まれている。ただし、ルアーはその使用方法の特性上、いつかは海底・湖底等に根掛かりし、そのまま海底・湖底に残置される。これらを回収するには専門的な清掃活動が必要であるが、回収できるのは清掃活動エリア内の一部のルアーのみであり、大部分の残置ルアーは全国のお海底・湖底に残されたままで、海洋プラスチック問題等の一因になっている。抜本的な対策として、海水・淡水中で生分解されるルアーを開発するとともに、従来型の非生分解性ルアーの使用を段階的に排除していく取り組みも求められる。

以上の背景を踏まえ、本事業では、海水・淡水中での生分解性を有するルアーの開発を行うとともに、海水・淡水中での生分解性を有するルアーの認証制度の創設及び普及啓発活動を行う。また、ライフサイクルでの温室効果ガス削減効果を明らかにする。

(1) 海水・淡水中での生分解性を有するルアーの開発(事業1)

海洋生分解性に係る認証を取得しているプラスチックにはいくつかの種類があるが、①供給不足に陥らない水準の生産規模を有している(ルアー以外の海洋生分解性用途の今後の需要増を念頭)、②加工性・成型性が比較的高い、③代替する非生分解性プラスチックに対する価格差が比較的小さい、④地球温暖化対策の観点から一定割合以上のバイオマス成分を含有する、という観点から、当社が国内独占販売権を有するイタリア・Novamont社製の、海洋生分解性を有するバイオマス複合プラスチックであるMater-Biを用いることとする。かつ、素材価格の低減及び海水・淡水中での生分解性の更なる向上、バイオマス割合の向上等のため、Mater-Biにバイオマス粉を混合したコンパウンドを開発することとする。

なお、本業務の実施に当たっては、環境省の承諾を得た上で再委任することを妨げない。

①海水・淡水中での生分解性を有するルアー向けコンパウンドの開発

Mater-Bi は PBAT（ポリブチレンアジペートテレフタレート）に熱可塑性でん粉や添加剤等を混合したバイオマス複合プラスチックであり、その配合比率や添加剤の違い等により複数のグレードがあるが、その中からソフトルアー及びハードルアーに最適なグレードを選定するとともに、ルアーに求められる素材特性に応じた可塑剤等（海水・淡水中で生分解されるものに限る）の選定を行う。それらに、素材価格の低減、生分解性の更なる向上、バイオマス割合の増加のため、バイオマス粉を混合し、海水・淡水中での生分解性を有するルアー向けのコンパウンドを開発する。また、開発したコンパウンドの特性が活かされるルアー以外の用途についても選定する。

選定したグレードの Mater-Bi をベースに、JEF において可塑剤・添加剤やバイオマス粉等の試験的な混合を繰り返し、ルアーに求められる素材特性を満たす最適な配合率を開発する。なお、JEF の関連機関である総合学園ヒューマンアカデミー富士河口湖校では、ルアーの開発・製造に係る講義・実習を通年カリキュラムとして行っており、本事業では同アカデミーの担当講師陣を開発の主担当に据え、講師陣の知見・経験及びアカデミーが所有するルアー金型や関連資機材を活用して最適配合率の開発にあたる。

なお、当社の過去の経験では、Mater-Bi とバイオマス粉等のコンパウンド化は技術的な難易度が高いことから、共同実施者である（株）グランツにおいて当該コンパウンド化技術の開発を進める。グランツは生分解性プラスチックのコンパウンド加工・開発経験を 15 年以上有しており、また、必要な設備・機材も所有しており、本技術開発を進める準備が整っている。

②海水・淡水中での生分解性を有するルアー向け塗料・配合物（ラメ）の開発

海水・淡水中での生分解性を有する原材料を用い、ハードルアー向けに塗料及び表面コーティング剤を開発するとともに、ソフトルアー向けに配合物（ラメ）を開発する。

③海水・淡水中でのルアー生分解性試験の実施・生分解性の評価

上記①で選定したグレードの Mater-Bi 及び①で製作するコンパウンドについて、海水中での生分解性に係るラボ試験を専門機関で行い、生分解性度の評価を行う。ま

た、上記①及び②の成果を踏まえて試作するソフトルアー及びハードルアーを海底・湖底に静置し（海水・淡水それぞれ水温帯の異なる4地域程度、水中での生分解の状況を定期的に確認し、ルアーの生分解性の評価を行う。

なお、試作するルアーの海底・湖底での生分解性試験については、完全な生分解までには2年間以上の期間を要すると想定されるため、2023年度後半までの生分解の進捗をもとに、学識経験者の助言等を得た上で、生分解が完了するまでの期間を推定することとする。

ラボ試験については、上記①及び②における開発検討へのフィードバックを行う。実試験については、完全な生分解までに2年間以上の期間を要すると想定されるため、2023年度後半（2023年11月頃）までの生分解の進捗をもとに、学識経験者の助言等を求めつつ、最終的な生分解期間を推定する。ラボ試験及び実試験の進捗管理・結果の取りまとめは当社が行い、実試験の実施はJEFが担当する。

（2）海水・淡水中での生分解性を有するルアー認証制度の創設及び普及啓発活動（事業2）

事業1で開発する海水・淡水中で生分解されるルアーを認証する基準を開発し、それを活用した普及啓発活動（釣り大会における認証取得製品の優先的な使用等）を企画・実施すること。

なお、本業務の実施に当たっては、環境省の承諾を得た上で再委任することを妨げない。

①海水・淡水中での生分解性を有するルアー認証基準の開発

環境対応釣具を認証する「エコタックル認定マーク（FECOマーク）」等を参考に、海水・淡水での生分解性を有するルアーを認証する基準の開発を行う。なお、認証要件の開発にあたっては、事業1の③で実施するラボ試験データ及び実試験データを活用するが、本事業以外で今後開発されるルアーについても認証対象とするため、認証要件の客観性・透明性の確保に留意する。

②海水・淡水中での生分解性を有するルアーの普及啓発活動

事業2①において海水・淡水中での生分解性を有するルアー認証基準を開発した後、同認証を取得した製品の普及を促進するための活動を行う。当該活動には、少なくとも、釣り大会等における認証取得製品の優先的な使用を含めることとする。なお、生分解性を理由にユーザーが安易に海水・淡水中にルアーを残置することのないよう、適切な啓発活動を行う。

(3) ライフサイクルでの温室効果ガス削減効果の定量化・評価(事業3)

LCA手法を用いて本事業全体での温室効果ガス削減効果及びエネルギー起源CO2削減効果を明らかにするとともに、温室効果ガス排出削減以外の環境保全効果や国内外への波及効果等を整理し、本事業の有効性を評価すること。

(4) 「海水・淡水中での生分解性を有するバイオマス複合プラスチック製ルアーの開発・普及促進事業」の現地視察会及び検討会の開催

業務の円滑な実施のため、業務実施期間内において、評価審査委員1名程度、環境省担当官1名程度、「令和4年度地球温暖化対策に係る技術実証事業管理・検討等事業委託業務」の受託者(以下「事務局という。」)2名程度による現地視察会を1回程度開催すること。尚、現地視察会の日程については、事務局と調整を行うこと。また、現地視察会に併せて検討会を設置し、本業務の進捗報告を行うこと。事務局の決定により現地視察会及び検討会はオンラインで行う場合もある。検討会に使用する会場(20人程度、半日)の確保を行うこと。評価審査委員、事務局の旅費等については、事務局で支払いを行うため、事業者で支払う必要はない。

(5) 共同実施者との打合せ

本業務は、別記1に示す体制で実施すること。業務実施に当たっては、必要に応じて共同実施者である株式会社グランツと検討会を行うこと(東京・名古屋・河口湖等にて合計5回程度、うち1回は(4)の現地視察会に併せて開催)。外部有識者(6~3級程度、1名程度)には計6回程度の指導を仰ぎ、必要に応じて謝金を支払うこと。外部有識者への旅費・謝金については(株)GSIクレオス及び(株)グランツの出張規程・謝金経費標準額表に準じて支払うこと。

Summary

There has recently been a boom in fishing in Japan due to COVID-19. According to the Japan Fishing Tackle Manufacturers Association (JAFTMA), the domestic shipment volume of artificial bait (lures) is on the rise, and it is expected to increase by about 45% over pre-pandemic levels (2018) in 2022. However, due to the characteristics of their use, lures eventually get settle on the seabed or lakebed. Specialized cleaning activities must recover them, but only some lures within the cleaning area can be retrieved, and the majority of the remaining lures are left on seabeds and lakebeds nationwide, contributing to the marine plastic problem, among other issues. As a fundamental solution, it is necessary to develop lures that can biodegrade in seawater and freshwater, as well as promote efforts to phase out the use of conventional nonbiodegradable lures.

Regarding this, we will develop biodegradable lures for use in seawater and freshwater, establish a certification system for biodegradable lures in seawater and freshwater, and conduct activities to raise awareness. We will also track the greenhouse gas reduction effect in the product lifecycle of the biodegradable lures.

Development of Lures that are Biodegradable in Seawater and Freshwater (Project 1)

There are several types of plastic that are certified as marine biodegradable, but our company has decided to use Mater-Bi, a biomass composite plastic with marine biodegradability manufactured by Italy's Novamont for which our company has the exclusive rights for Japan. We chose it for the following reasons: ① it has a production scale that can avoid supply shortages (taking into account that the expected increase in demand for marine biodegradable plastic applications other than lures), ② it has relatively high workability and

③ moldability, ③ the price difference compared to nonbiodegradable plastics is relatively small, and ④ from the perspective of global warming countermeasures, it contains a certain percentage of biomass. Additionally, we plan to develop compounds by mixing biomass powder into Mater-Bi that will make it possible to further reduce material costs, improve marine and freshwater biodegradability, and increase the percentage of biomass.

Furthermore, to ensure that work is carried out smoothly, we will retain the option of delegating any tasks related to the project based on the approval of the Ministry of the Environment.

① Development of Compounds for Lures that are Biodegradable in Seawater and Freshwater

Mater-Bi is a biomass composite plastic made by blending polybutylene adipate terephthalate (PBAT) with thermoplastic starch, additives, and other components. It comes in various grades that differ in their blend ratios and the types of additives used. The most appropriate grade for use in soft and hard lures is selected and other materials, such as plasticizers, that are biodegradable in seawater and freshwater are selected on the basis of the desired material properties of the lures. We will develop a new compound suitable to make biodegradable lures for use in seawater and freshwater by adding biomass powder to Mater-Bi to reduce material costs, further improve biodegradability, and increase the proportion of biomass. We will also select other applications besides lures that can take advantage of the characteristics of the developed compound.

The optimal blend ratio that satisfies the material properties required for lures will be developed through repeated testing and mixing of plasticizers, additives, and biomass powder at JEF. In addition, the development team will use the expertise and experience of the fishing lure manufacturing curriculum offered by the Human Academy, Fujikawaguchiko School, an affiliate of JEF,

and leverage their knowledge, experience, and equipment, such as lure molds, for optimal compound development.

As we previously experienced technical difficulties in creating compounds made with Mater-Bi and biomass powder, we will jointly develop the compounding technology with Grantsu Corporation at their facility, which has the necessary equipment to further develop the technology required for the project, as they have over 15 years of experience in processing and developing biodegradable plastics.

② Development of Paints and Compounds (Glitter) for Lures that are Biodegradable in Saltwater and Freshwater

We will develop paints and surface coating agents for hard lures, as well as additional compounds (glitter) for soft lures, using raw materials that are biodegradable in seawater and freshwater.

③ Testing and Evaluation of Lure Biodegradability in Seawater and Freshwater

We will have lab tests done at specialized facilities on the biodegradability of Mater-Bi and the compounds mentioned in ① in seawater and evaluate their biodegradability. Based on the results from ① and ②, we will create prototypes of soft and hard lures and place them on seabeds and lakebeds (in about four different regions with varying water temperature for seawater and freshwater), regularly checking the progress of biodegradation in the water and evaluating the biodegradability of the lures.

For biodegradability testing of the lures placed on the seabed and lakebed, we estimate that it will take at least two years for complete biodegradation to occur. Based on the progress of biodegradation by the latter half of 2023, we will seek advice from experts and estimate the time it will take for them to

completely biodegrade.

We will provide feedback on the development and consideration of ① and ② based on lab tests. As it is estimated that it will take over two years for complete biodegradation to occur in field tests, we will seek advice from experts and estimate the final biodegradation period based on the progress made by the latter half of fiscal year 2023 (around November 2023). We will manage the progress of the lab and field tests and compile results, while JEF will be in charge of conducting the field tests.

(2) Establishment of a Certification System for Lures that are Biodegradable in Seawater and Freshwater, and Activities Related to Promotion and Awareness (Project 2)

Develop certification standards for the biodegradable lures to be developed in Project 1, and plan and implement activities to raise awareness using these standards (such as prioritizing the use of certified products in fishing tournaments).

Furthermore, to ensure that work is carried out smoothly, we will retain the option of delegating any tasks related to the project based on the approval of the Ministry of the Environment.

① Development of Certification Criteria for Lures with Biodegradability in Seawater and Freshwater

We will develop criteria for certifying lures with biodegradability in both seawater and freshwater, taking reference from the Eco Tackle Certification Mark (FECO Mark) and other environmentally-friendly fishing equipment certification systems. In developing the certification requirements, we will use the lab and field testing data conducted in Project 1-③, but we will also ensure objectivity and transparency in the certification requirements to include lures

that may be developed in the future after this project.

② Promotion and Activities to Raise Awareness of Lures that are Biodegradable in Seawater and Freshwater

After developing the certification criteria for lures with biodegradability in saltwater and freshwater in Project 2-①, activities will be carried out to promote the adoption of certified products. These activities include promoting the priority use of certified products at fishing competitions and other events. Additionally, appropriate activities to raise awareness will be conducted to ensure that users do not take advantage of their biodegradability and leave lures in saltwater or freshwater.

(3) Quantification and Evaluation of Greenhouse Gas Reduction Effects Throughout the Product Lifecycle (Project 3)

We will use the LCA method to quantify and evaluate the greenhouse gas reduction effects and energy-derived CO₂ reduction effects of the entire project and collate the data regarding environmental conservation and spillover effects nationwide and internationally. We will evaluate the effectiveness of the project beyond the reduction of greenhouse gas emissions.

(4) Holding On-site Inspections and Review Meetings for the Development and Promotion of Biomass Composite Plastic Lures with Biodegradability in Seawater and Freshwater Project

To ensure the smooth implementation of the project, one on-site inspection tour will be held during the project period by an evaluation committee member, a representative from the Ministry of the Environment, and two members of

the company entrusted with contracted business related to management, examination, and verification of technology demonstration projects for measures against global warming in 2022 (the secretariat). The date for the on-site inspection tour will be arranged with the secretariat. In addition, a review meeting will be held in conjunction with the on-site inspection tour to report on the progress of the project. The on-site inspection and review meeting may be held online at the discretion of the secretariat. A meeting room must be secured for the review meeting (for about 20 people for half a day). The travel expenses of the evaluation committee members and the secretariat will be paid by the secretariat, and there is no need for the business to pay for them.

(5) Meetings with Co-implementer

This task will be implemented under the structure shown in Attachment 1. As necessary, consultations with the co-implementer, Grantsu Corporation, will be conducted (a total of about five times in Tokyo, Nagoya, and Kawaguchiko, including once in conjunction with the on-site inspection meeting in (4)). External experts (one person at the level of grades 6 to 3) will be consulted a total of six times, and if necessary, a fee will be paid. Travel expenses and fees for external experts will be paid in accordance with the travel regulations and fee standard tables of GSI Creos Corporation and Grantsu Corporation.

< 目次 >

1	はじめに	- 14 -
1.1	事業の背景と目的	- 14 -
1.2	事業体制	- 16 -
1.3	事業実施期間	- 17 -
2	海水・淡水中での生分解性を有するルアー向けコンパウンドの開発	- 18 -
2.1	コンパウンドの開発の概要	- 18 -
2.2	開発に使用する材料、可塑剤	- 18 -
2.3	開発に使用する機械設備	- 20 -
2.4	コンパウンドの開発	- 31 -
2.5	各材料、可塑剤の検証	- 40 -
2.6	最適な材料、可塑剤の選定及び混合技術の開発の結果	- 47 -
3	海水・淡水中での生分解性を有するルアー向け塗料・配合物（ラメ）の開発	- 48 -
3.1	ルアー向け塗料について	- 48 -
3.2	ルアー向け配合物（ラメ）	- 52 -
3.3	現状と今後の方針	- 52 -
4	海水・淡水中でのルアー生分解性試験の実施・生分解性の評価	- 54 -
4.1	海水・淡水中でのルアー生分解性試験の実施・生分解性の評価	- 54 -
4.2	実地海洋生分解試験	- 64 -
5	海水・淡水中での生分解性を有するルアー認定制度の創設	- 99 -
6	海水・淡水中での生分解性を有するルアーの普及啓発活動	- 99 -
6.1	普及啓発活動の実施	- 99 -
6.2	2023年度普及啓発活動委員会活動予定日	- 101 -
7	ライフサイクルでの温室効果ガス削減効果の定量化・評価活動	- 110 -
7.1	目的及び調査範囲の設定	- 110 -
7.2	インベントリ分析	- 115 -
7.3	環境影響評価	- 117 -
7.4	解釈・結論	- 120 -
7.5	課題と不確実性	- 120 -
8	まとめと今後の課題	- 121 -

8.1	ソフトウェア	- 121 -
8.2	ハードウェア	- 121 -
9	引用文献	- 122 -

1 はじめに

1.1 事業の背景と目的

昨今、コロナ禍を受けて釣りブームが到来していると言われている。(一社)日本釣用品工業会によると、疑似餌(ルアー)の国内出荷規模は増加傾向にあり、2022年の出荷規模はコロナ禍前の2018年比で約45%増加すると見込まれている。ただし、ルアーはその使用方法の特性上、いつかは海底・湖底等に根掛かりし、そのまま海底・湖底に残置されることとなる。これらを回収するには専門的な清掃活動が必要であるが、それでも回収できるのはごく一部のルアーのみであり、大部分の残置ルアーは全国の海底・湖底に残されたままで、海洋プラスチック問題等の一因になっている。



図 1-1

疑似餌の国内出荷規模・予測 (出典：(一社)日本釣用品工業会データ)

外注先の認定 NPO 法人日本釣り環境保全連盟（JEF）では、2001 年から毎年、河口湖を中心に湖底清掃活動を実施し、残置ルアーを回収している。釣り関係者の意識向上という観点では一定の成果を挙げているが、全国の釣り場で同様の清掃活動を行うことは困難であり、抜本的な対策として、海水・淡水中で生分解されるルアーを開発するとともに、従来型の非生分解性ルアーの使用を排除する取り組みが求められる。



図 1-2

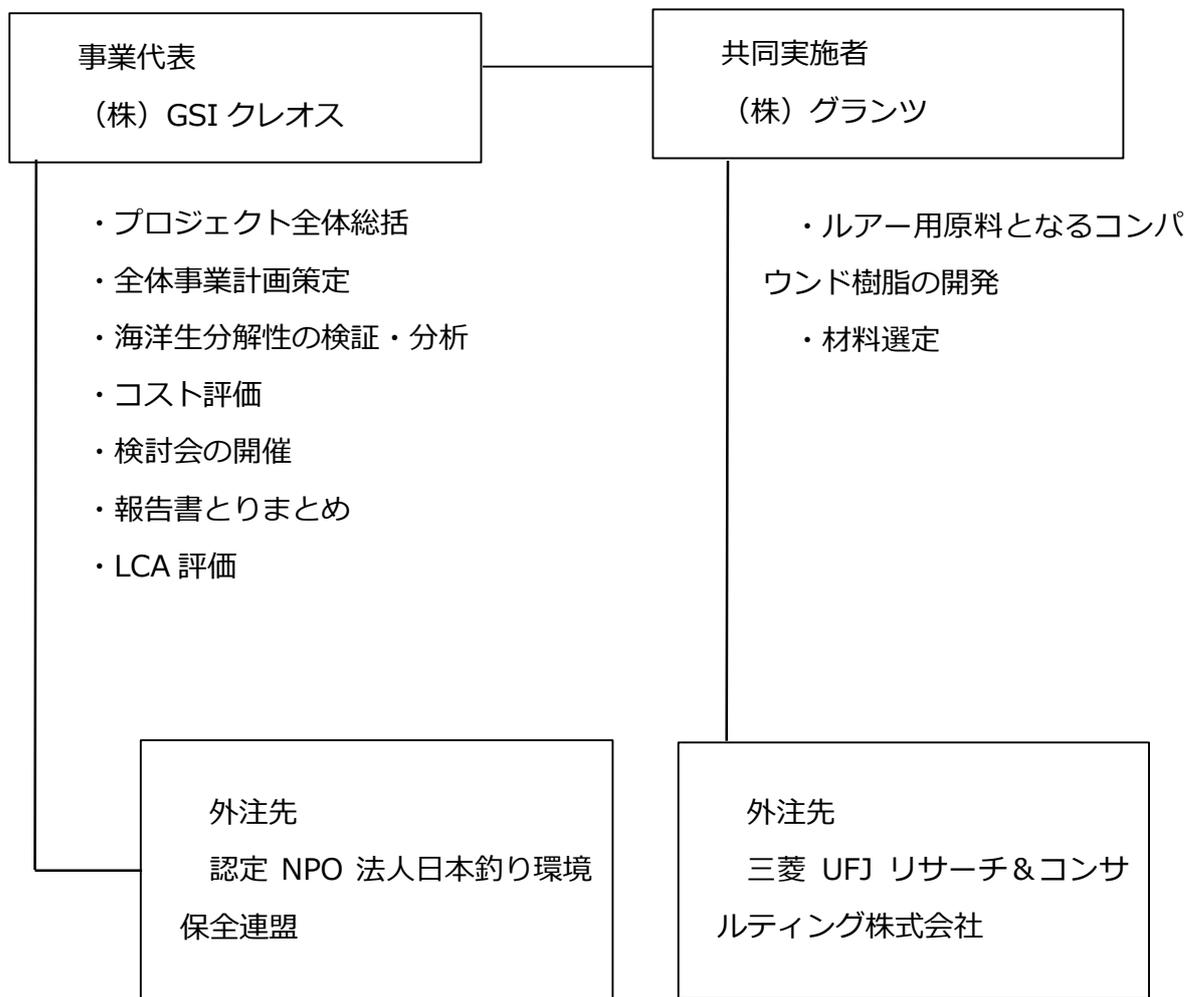


図 1-3

2021 年 11 月に JEF が実施した湖底清掃（河口湖）の様子

以上の背景を踏まえ、本事業では、【事業 1】海水・淡水中での生分解性を有するルアーの開発を行うとともに、【事業 2】海水・淡水中での生分解性を有するルアーの認定制度の創設及び普及啓発活動を実施する。また、【事業 3】ライフサイクルでの温室効果ガス削減効果を明らかにする。

1.2 事業体制



1.3 事業実施期間

令和4年10月14日から令和6年2月29日

2 海水・淡水中での生分解性を有するルアー向けコンパウンドの開発

2.1 コンパウンドの開発の概要

海水・淡水中での生分解性を有するルアー向けコンパウンドの開発は、その対象を当面はソフトルアーとハードルアーに絞って行う。それぞれに求められる素材特性が異なるため、その特性を実現することを目的としたコンパウンドの開発のため、混練実験を繰り返し実施することが必要であり、かつ最適な材料、可塑剤、副資材を選定することが重要な要素となる。ソフトルアー用の材料として主に求められる特性は柔軟性のため、柔軟性を高めるために最適な材料、可塑剤の選定、組合せ、配合比率を求めて混練実験を繰り返す。ハードルアー用の材料としては衝撃強度、硬度等の強度が特性として求められるため、混練実験にはバイオマス粉を使用して素材価格の低下、生分解性の向上、バイオマス割合の増加に加え、ルアー用材料としての物性強度の改善を目指す。

また、開発した材料は、主に射出成型によって製品化されることが見込まれるため、射出成型が十分に可能な材料として使用できるようコンパウンドの加工工程を模索するとともに、混練技術の確立を図る。

2.2 開発に使用する材料・可塑剤

(1) 材料

コンパウンドの開発に使用する材料は、イタリア・Novamont 社の生分解性樹脂 Mater-Bi (図. 1) とバイオマスを使用する。Mater-Bi はイタリアで製造されており、生分解性の PBAT (ポリブチレンアジペートテレフタレート) に熱可塑性でん粉等を配合した生分解樹脂であり、微生物によって最終的に水と二酸化炭素に分解されることから、環境負荷の低減等に寄与する素材として注目を集めている。その組成の違い等により、複数のグレードがあるため、ハードルアー及びソフトルアーに最適なグレードを選定する必要がある。バイオマス粉の粒度は、主材料の Mater-bi に均等に混練するために十分微細といわれる粒度で混練を行った。

Novamont社製生分解プラスチック用樹脂

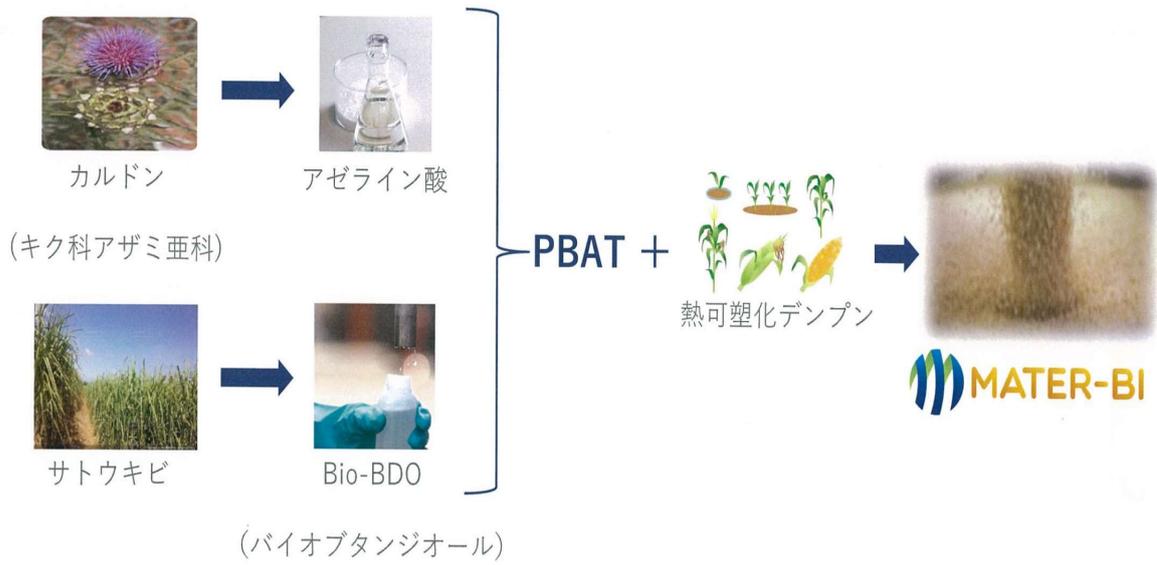


図 2-1 Novamont 社製生分解性樹脂 Mater-Bi

(2) 可塑剤

ソフトルアー用のコンパウンドとして求められる最も重要な特性は柔軟性である。上記に各グレードの物性特性を示したが、柔軟性は十分ではないため、可塑剤を Mater-Bi に添加して柔軟性を付与する必要がある。可塑剤も生分解性が必要であるが、生分解性可塑剤としては液体しかなく、液添ポンプにて材料に混練する。

国内メーカーの可塑剤を混練試験で使用し、各グレードとの相溶性を試しながら、組合せや混合比率を検討し、最適な配合を選定する。

2.3 開発に使用する機械設備

ソフトルアーとハードルアー向けの材料開発を行うに当たり、主材料の Mater-Bi に液体である可塑剤、微粉体であるバイオマス粉を定量にかつ十分に混練する必要がある。その混練に使用する機械設備等は表 2-1 の通り。

表 2-1 混錬に使用する機械設備

	機械名	メーカー	主な仕様
本体 設備	押出機	(株)日本製鋼所	2 軸スクリュー スクリュー外径 36 mm スクリュー・シリンダー材質 耐 摩耗
	サイドホットカッター	(株)日本製鋼所	回転刃 4 本
付帯 設備	真空ポンプ	(株)日本製鋼所	水封式 ドレインポット付き
	材料供給フィーダー	(株)日本製鋼所 (株)粉研パウテック	材料供給用 5 台 重量式及びサイドフィード式
	液添ポンプ	(株)イワキ	使用液温範囲 0～50℃
	ペレット輸送装置	(株)タナカ (株)プラテック	空冷装置 ペレット選別機 ストックタンク

(1) 本体設備 = 2 軸押出機 (図 2-2) 及びサイドホットカッター (図 2-3)

混練の主たる装置は押出機で、円筒形のシリンダーとその内部に設置されているスクリーンで構成されている。シリンダー内部に上部から投入された材料は、加熱されたシリンダー内部で溶融され、スクリーンによって混練されながら前方に押し出されて吐出する。吐出された材料は、米粒状にカッティングされてペレット化するが、そのカッティング方法に関しては、主に 3 種類ある。

ひも状に押し出された材料 (ストランド) を水槽で冷やした後にカッティングするストランドカット方式、押し出された材料を水で包み込むような設備内でカッティングし、脱水・乾燥工程に引き継がせるアンダーウォーターカット方式、押し出された材料を即座にカッティングした後に空冷装置で冷却するサイドホットカット方式である。

それぞれに利点があるが、3 種類の中で唯一水を使用しないのがサイドホットカット方式であり、材料としてバイオマス粉を使用するため、吸湿性を排除するため、特にハードルアー向け材料の混練試験にはサイドホットカット方式の押出機を使用する。

また押出機にはシリンダー内のスクリーンが 1 本である単軸機と 2 本である 2 軸機があり、一般的には取り扱いが容易でかつ材料の切り替えも比較的短時間でこなせる単軸機が広く普及しているが、2 軸のスクリーンの方が可塑剤やバイオマス粉を材料により強力にかつ均等に混練することが可能であるため、今開発では 2 軸機を使用する。



图 2-2 2 轴挤出机



図 2-3 サイドホットカッター

(1) 附帯設備

① 真空ポンプ (図 2-4)

シリンダー内で混練される材料の内部に吸湿されている場合は、ペレット化して成型するとフラッシュ (成型品の表面に水分が散る状態で表れ現象で、意匠上に問題がでるほか、強度にも影響する可能性がある) ができるため、真空ポンプにて材料中の吸湿を除去する。

特に生分解性樹脂の生分解のメカニズムは、加水分解から始まると言われているため、ペレット化する際の除湿は重要である。

② 材料供給フィーダー (図 2-5, 6)

Mater-Bi とバイオマス粉を混練する際には、設定したそれぞれの材料を一定割合で正確に供給する必要があるため、材料、バイオマス粉を定量で送り込むことができる重量式フィーダー

(写真. 4) を使用する。また、場合によっては、混練の途中からバイオマス粉等を供給する必要があり、その場合には、サイドフィーダー (写真. 5) を用いる。

③ 液添ポンプ (図 2-7)

液体である可塑剤を Mater-Bi に混練するためには、設定した定量を正確に供給するため、液添ポンプを使用する。液の添加時には、十分な添加を可能するための加圧ノズルも設置した。

④ ペレット輸送装置 (図 2-8)

サイドホットカッターでカッティングされたペレットは、高温のままで互着するため、即座に冷却しなければならないが、特にバイオマス粉を混練されたペレットは嫌水性のため、送風装置により空冷装置に送りこんで冷却する。冷却後はペレット選別機に送り、必要な規格から外れた大きすぎるペレットや切り粉を除去する。その後形状が整ったペレットはストックタンクに送り込んだ後に紙袋などに詰めて保管する。



図 2-4 真空ポンプ



図 2-5 材料供給フィーダー（重量フィーダー）



図 2-6 材料供給フィーダー（サイドフィーダー）



図 2-7 液添ポンプ



図 2-8 ペレット輸送装置

2.4 コンパウンドの技術開発

(1) Mater-Bi 単体でのリペレット

Mater-Bi を主材料としてコンパウンドする技術開発に向けて、最初に Mater-Bi 単体を混練してペレット化する（リペレット）加工から、混練試験を開始した。材料の混練状況については、複数あるシリンダーの加熱位置ごとの温度設定、フィーダーからの供給量とスクリー回転数の組合せ等の条件設定が大きく影響する。このため、もっとも安定した混練が出来るよう条件設定を各部位の温度、スクリー回転数、各フィーダー供給量、カッター回転速度を詳細に記録できるよう専用に作成した作業記録に毎回記録し、毎回条件設定を検討しながら混練試験を行った。シリンダー内部での混練の状態はシリンダー上部の開放口（図 2-9）から確認するとともに、吐出口からの色焼け、粘度を確認することで（図 2-10）最適な条件設定を見出した。

また、前述のとおり、嫌水性の材料の開発を行うために、サイドホットカット方式の設備を使用するが、当初の課題はカッティングした後にペレット輸送装置に送り込む前に起きるペレット相互の互着がおきる現象であり、実際には塊状にしかならなかった。同時に Mater-Bi は冷却に時間がかかり、かつべた付きがある特性を持つことが分かり、互着防止のために、設備の改良に取り組んだ。内容は以下の通り。

- ① カッティングと同時に冷却する方法の検討
- ② カッティング直後の高温時にペレットの表面のべた付きを抑える方法の検討
- ③ ペレット冷却装置に送り込む前の工程と設備の検討
- ④ カッティングする回転刃の回転速度と本数、及び吐出口とのクリアランスの検討

検討内容は

- ① サイドホットカッター内での冷却方法を検討して試し、一次冷却を実施した。
- ② サイドホットカッター内でべた付きを抑えるための粉を振りかける方法と、ルアー向け材料として影響を与えない粉の種類を検討して試した。
- ③ カッティングしたペレットは下に落下するため、ペレットを受ける装置自体を冷却する方法を検討して試した。
- ④ 吐出量に対する回転刃の回転速度の調整だけでは互着防止ができなかったため、回転刃の本数を減らし、クリアランスの調整を繰り返し調整した。

繰り返し検証した結果、①、②、③、④の組合せによって、互着の防止し、ペレット化が可能となった（図 2-11）。また、この検証を繰り返す中で、Mater-Bi そのものの保管状態にも影響を受けることが判明し、開封後の管理方法も検討し、課題の解決の一因となった。

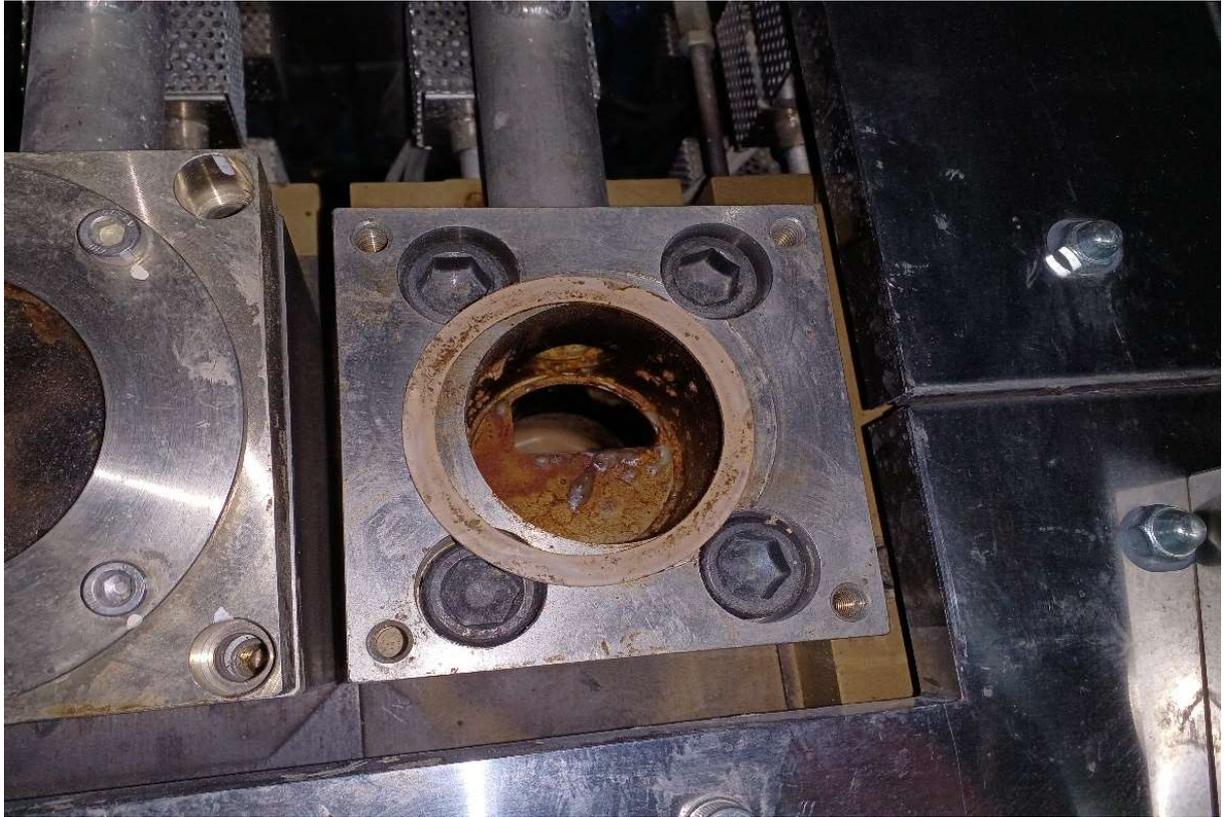


図 2-9 シリンダーの開放口



図 2-10 吐出口での色焼け、粘度の確認



図 2-11 Mater-Bi 単体の混練後のペレット

(2) 可塑剤、バイオマス粉の混練

①可塑剤の混練

可塑剤は液体であり、Mater-bi の各グレードに混練する際には指定した一定割合で供給され、かつ供給された量を確実に混練することが課題となった。液添ポンプに使用により、一定割合で押出機に供給することはできたが、混練が十分にできず、シリンダー内に溜まってしまいう状況になった。供給量を減らしても状況は変わらず、押出機メーカーや名古屋工業大学大学院・永田謙二教授や民間研究機関を始め、有識者から知見を得て、都度繰り返し検証した結果、可塑剤を供給する位置に問題があることが分かった。

このため、当初は混練の始動部分に供給していた液添ポンプの位置を前方に移動させた。理由は、2軸押出機のスクリューは複数の形状のピースを軸に固定させてあるが、その形状によって混練が強まり、かつピースの構成によって混練状態が変わることになった。

スクリューの構成を検討し、液添ポンプを最適と予測される位置変更した。さらに強制的に可塑剤をシリンダー内に供給できるよう加圧弁（図 2-13）を使用した結果、シリンダー内に可塑剤が留まることがなくなり、確実な量を混練することができた。また、混練試験を繰り返すごとに可塑剤の混練には季節的な要因が影響することが分かり、新たな設備の検討を行った。なお、永田教授には、R4 年度は学術指導契約を締結し、混練技術を始め、学術的な知見を頂いている。

②バイオマス粉の混練

バイオマス粉の混練に関しては、Mater-Bi に対して指定した配合量を確実に供給できることと、バイオマス粉が部分的に吸湿していることによる発砲を抑えることが課題であった。定量供給に関しては、重量フィーダーの利用と検証を繰り返すことにより、確実に供給できていることが確認できた。

バイオマス粉の吸湿による発砲は、真空ポンプで脱気する箇所を 1 箇所から 2 か所に増やすことによって（図 2-14）、防止することができた。

- ①、②により、混練技術を向上と工程の改良を行い、可塑剤、バイオマス粉を混練したペレットを製造した（図 2-12）。



図 2-12 可塑剤を混練したペレット (左) バイオマス粉を混練したペレット (右)



図 2-13 液添加のための加圧弁



図 2-14 2 か所に増やした真空ポンプによる脱気箇所

2.5 各材料、可塑剤の特性の検証

Mater-Bi を主材料として、ルアー向けのコンパウンド開発を行う上で、機械的強度等、相溶性、含侵性を試験し、主材料、可塑剤、バイオマス粉の最適な配合を確認した。特にソフトルアー向け材料は、可塑剤をコンパウンドする効果の重要性が高いため、相溶性、含侵性を検証した。主な方法は以下のとおり。

- (1) 機械物性等の試験により、可塑剤、バイオマス粉のコンパウンドの効果の検証
- (2) 混練したシートでのブリードアウトによる主材料と可塑剤との相溶性の検証
- (3) 主材と可塑剤の含侵性による相溶性の検証

- (1) 機械物性等に関しては、最初に主材料各グレード単体での試験片を作製して社内の規格で行った（表 2-2）。その後、複数の可塑剤をコンパウンドした材料及びバイオマス粉をコンパウンドした材料でも試験片を作製し、同様に物性試験等を行い、変化を検証した。その結果一例は以下のとおり（表 2-3）。可塑剤は種類によつての違いはあるが、明らかに柔軟性を得られることが分かり、バイオマス粉の添加に関しても、明確な変化があり、今後も混練試験を繰り返し、安定した数値による強度等の確認を行う。

表 2-2 各グレード単体での物性試験等の結果

		Mater-Bi①	Mater-Bi②	Mater-Bi③	Mater-Bi④
比重	g/cm ³	1.297	1.272	1.294	1.223
MFR	g/10min	6.95	4.49	3.6	17.5
Charpy	kJ/m ²	44.16	37.985	54.746	23.012
曲げ強度	Mpa	6.2538	5.8301	8.2344	4.9695
曲げ弾性	Mpa	104.7	90.184	142.45	57.664
引張強度	Mpa	12.842	16.985	15.817	N/A
引張 上降伏点	Mpa	8.2521	7.7231	233.97	6.3001
ショア A硬度	度	100以上	100以上	100以上	100以上
備考					

表 2-3 可塑剤を添加した物性試験の一例

		材料②：可塑剤A = 10 : 1	材料②:可塑剤B = 10 : 5	材料②：可塑剤C = 10 : 1
比重	g/cm ³	1.258	1.261	1.244
MFR	g/10min	11.64	9.38	11.82
Charpy	kJ/m ²	N.B.	35.861	N.B
曲げ強度	Mpa	3.0081	4.2407	3.2414
曲げ弾性	Mpa	41.476	56.08	47.969
引張強度	Mpa	N/A	N/A	N/A
上降伏点	Mpa	5.4762	6.6171	5.6071
ショア A硬度	度	----	----	----
備考		ショアA硬度に関しては、検体の厚みが一定化できず、検体の成型方法を検討し、改めて実施する。		

表 2-4 バイオマス粉を添加した物性試験の一例

		Mter-Bi②：バイオマス粉 = 8 : 2	Mter-Bi②：バイオマス粉 = 7 : 3
比重	g/cm ³	1.306	1.237
MFR	g/10min	3.24	18.74
Charpy	kJ/m ²	NB	N.B
曲げ強度	Mpa	7.6625	1.582
曲げ弾性	Mpa	155.95	19.239
引張強度	Mpa	N/A	N/A
上降伏点	Mpa	9.0304	3.3934
備考			

(2) 混練したシートでのブリードアウトによる相溶性の確認は、可塑剤メーカーaの協力を得て行った。

Mater-Bi と可塑剤を組み合わせ合わせて配合し、プラストミルで混練（温度 180℃、可塑剤 A 及び B は混練時間 5 分、C は最大 60 分）を実施した後に熱盤プレスによりシートを作製（熱盤温度 180℃、プレス圧 100kgf/cm²、厚み 1mm）をして、7 日間保管。各シートのブリードアウト状況を検証した。その結果、可塑剤によつての相溶性の違いがあることが確認できた。また、保管環境による差も判明し、温度、湿度等による季節要因にも結び付く可能性があることも分かった。結果の一例は表. 8 のとおり。

表 2-5 混練したシートでのブリードアウトによる相溶性試験の一例

耐ブリードアウト試験結果

ブリードアウトの状況 ○：無し △：しみあり ×：液滴あり

シート作成後保管 期間 7 日間 温度 20°C 湿度 65%

可塑剤の添加量 重量部数	材料①+ 可塑剤A	材料①+ 可塑剤B	材料①+ 可塑剤C	材料②+ 可塑剤A	材料②+ 可塑剤B
5			○	○	○
10	○	△	×	○	○
15	△	△	×	△	×
20	△	△	×	△	×

シート作成後保管 期間 7 日間 温度 20°C 湿度 65%

可塑剤の添加量 重量部数	材料①+ 可塑剤A	材料①+ 可塑剤B	材料①+ 可塑剤C
5			△
10	△	△	×
15	△	△	×
20	△	△	×

- (3) 主材と可塑剤の含浸性による相溶性に確認は、一定条件の中で Mter-bi の各グレードで製作したプレートを可塑剤に浸して (図 2-15)、1 か月程度保管した後に各プレーのト重量を測定して、浸す前と浸した後の重量増加率を検証した。この結果、完全な相関関係は検証できなかったが、グレード、可塑剤による含浸量に違いがあることが分かり、相溶性に影響する可能性があることも分かった。試験結果の一例は表 2-6 のとおり。



図 2-15 Mater-Bi に対する可塑剤の含侵試験状況

表 2-6 Mater-Bi の各グレードに対する可塑剤の含浸結果

材料 可塑剤	Mater-Bi①			Mater-Bi②			Mater-Bi③		
	重量 g	重量 g	増加率 %	重量 g	重量 g	増加率 %	重量 g	重量 g	増加率 %
可塑剤A	12.133	12.911	6.412	11.845	12.655	6.838	12.065	12.835	6.382
	12.132	12.881	6.174	11.850	12.635	6.624	12.080	12.863	6.482
可塑剤B	12.064	12.593	4.385	11.852	12.022	1.434	12.088	12.218	1.075
	12.071	12.614	4.498	11.853	11.972	1.004	12.089	12.265	1.456
可塑剤A:可塑 剤B = 1 : 1	12.139	12.593	3.740	11.832	12.409	4.877	12.064	12.593	4.385
	12.137	12.614	3.930	11.834	12.407	4.842	12.071	12.614	4.498

(1)、(2)、(3) の結果から、Meter-Bi の各グレードと可塑剤の組合せにより、強度等の違いが生じることを確認できた。

2.6 最適な材料、可塑剤の選定及び混練技術の開発の結果

ルアー用の材料の開発に向けて、Mater-Bi の各グレード及び各可塑剤、バイオマス粉の混練試験を繰り返すことによって、下記の結果を得られた。

- ① Mater-Bi の各グレードの中から、最適と考えられるグレードを選定できた。これは混練加工性の良さ、物性試験、耐ブリードアウトの検証、含侵性の検証から導き出された。R5年度に向けて、ソフトルアー、ハードルアーのそれぞれに向けた材料の開発として、選定した Mater-Bi の各グレード、可塑剤の組合せと配合の検証を混練試験を繰り返し、最適な配合比率の確立を行う。
- ② Mater-Bi は、冷えにくい、べた付きがある等の特有の性状を持つ材料であるが、押出機の加工条件、付帯設備の使用、改良によって、安定した混練技術の確立ができたが、同時に材料自体の混練及び可塑剤、バイオマス粉を添加した混練には、季節的要因や保管などの管理要因も影響することが、判明したため、R5 年は射出成型が安定してできるよう、より高度な技術の開発を行う。

3 海水・淡水中での生分解性を有するルアー向け塗料・配合物（ラメ）の開発

3.1 ルアー向け塗料について

生分解性ではない通常のルアー向け塗料については川なのか海なのかなど使用用途に応じて多種多様な塗料が使用されており、原材料にもかなり違いがある。通常のルアーに使用されている塗料や原料などについて、一例を下記に記載する。まず初めにハードルアー用塗料についてだ。塗装段階が大きく分けて3つ（下地、カラーリング、トップコート）ある。

下地

代表的なものにセルローズセメントとウレタンが挙げられる。セルローズアセテートの特徴は、コーティング難易度は高さで仕上がりが綺麗かつ長持ちする。その他の特徴としては何度もディッピングしないと膜が薄いく、匂いのきつい点などが挙げられる。

ウレタンの特徴は少量で厚く塗装が可能で耐溶剤性、耐薬性が強い。しかし時間がたつと黄色く変色する欠点がある。加えて次の層との密着性がなく、やすりなどで削り接着面を作ったりするような工数がかかるようだ。

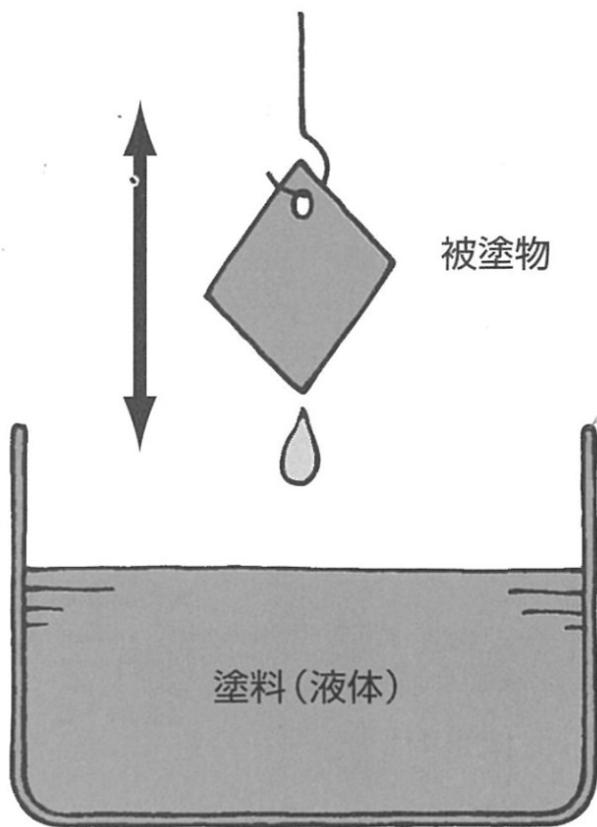
カラーリング

こちらもウレタン塗料が主流だ。しかしこのカラーリングの部分が一番複雑かつ魚を釣るために必要な作業である。魚の種類によってと好む色やにおいなどもある。鱗を表現するため蛍光塗料やラメ、アルミ調塗料蓄光塗料、蛍光塗料などを使用する事例もある。

トップコート

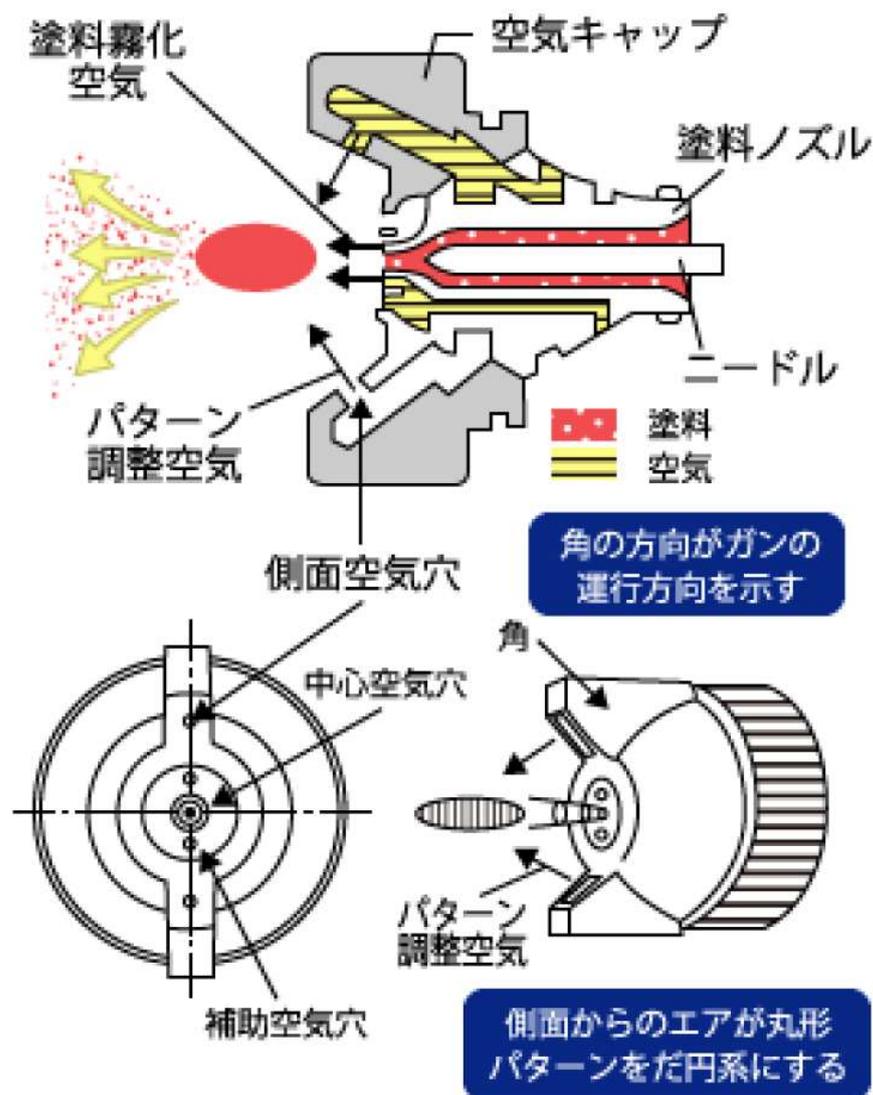
ウレタン樹脂、セルローズセメント、エポキシ樹脂などが挙げられる。このトップコートの役割は色流れをさせず黄変を抑えルアー自体が損傷が出ないようにするためのものだ。基本的には下地、カラーリングの段階で色付けは完了しているため、無色透明なものが好まれる傾向にある。

また塗装の仕方については大きく分けて、ディッピングと吹き付けの2種類が存在する。ディッピングとはルアーを塗料液中に浸し着色する方法（図 3-1）で、吹き付けとはエアークンプレッサー（スプレーガン）などで塗料を直接ルアー自体に吹き付ける方法（図 3-2）だ。2つの方法とも一長一短がある。ディッピングは吹き付けよりも塗料溶液の中で処理するため、細部まで確実に塗料が入り、塗料の濃度も安定するため色も均一に着色可能である。一方吹き付けは塗料溶液自体のロスが少なく、加工性が上がる。



出典：トコトンやさしい塗料の本

図 3-1 ディッピングイメージ



(a) 空気キャップの構造

図3: エアスプレーガンの構造

出典： 塗装・塗料の基礎知識4 イプロス

図 3-2 ガンスプレーイメージ

ソフトルアーはインジェクション成型（図3-4）が主な成型方法となっている。インジェクション製法とは鉄やアルミで作られた金型を製品にしたい形状に削る。削った溝に加熱した原料（プラスチック）を充填するという方法である。大量に精度高く作成できるため一般的な方法になる。ハンドポアー製法という成型方法もあるが加熱した原料（プラスチック）を簡易な型に上から流し込むというだけ方法。流し込むために上半分は何もなく、型は下半分の型で決まってしまう、形状を繊細に加工することはできない。

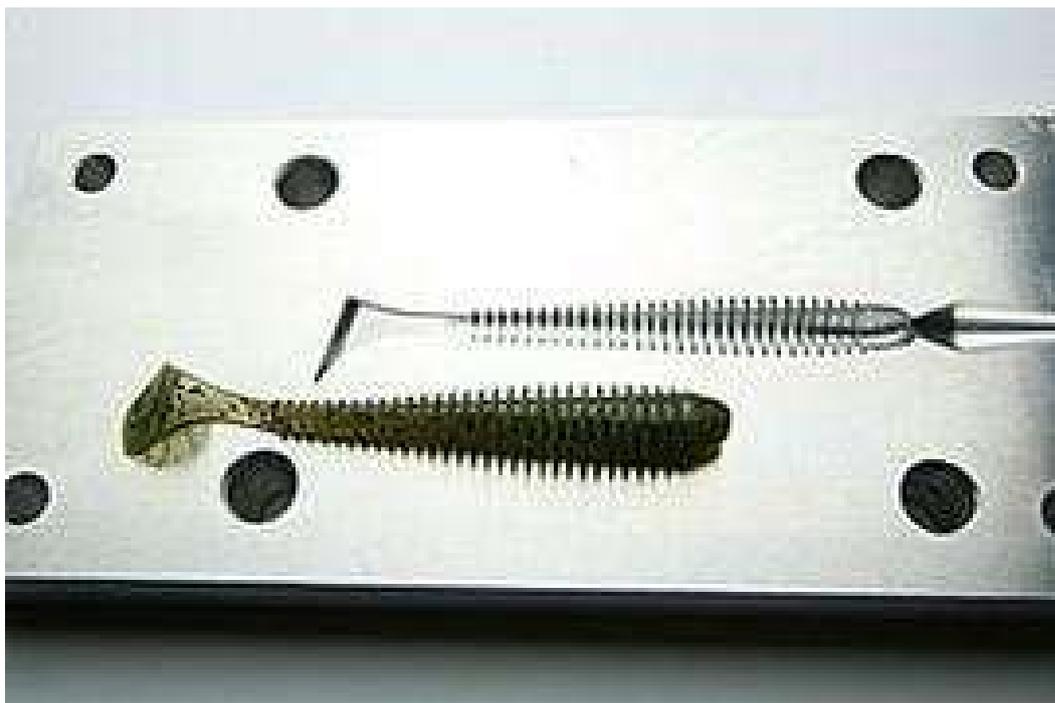


図3-4 インジェクション成型 イメージ

<https://keitech.co.jp/files/libs/405/201604181827521376.jpg?1532914718>

現在生分解性塗料や原料の候補が絞れておらず次年度候補を絞り素材の選定を完了させる。

3.2 ルアー向け配合物（ラメ）

ラメは塗料に含有されているルアー自体に練りこまれているが、流出すればマイクロプラスチック（分解しない5ミリ以下のプラスチック粒子のこと）の原因になる。特にラメはそもそもが粒子が小さいため、ルアー原料の中でもマイクロプラスチックの原因になると考えた。そこで海水・淡水中での生分解性を有するルアー向け塗料・配合物（ラメ）の開発において、現在安定的に製造されている生分解性素材のものの中から、現行のルアー用ラメの代替素材として使用可能な製品を検討した。下記に検討中の製品の特長と検討することに決めた理由などを取りまとめた。（以降検討している製品を取り扱っている会社をA社とする）
現在検討しているA社製品は100% プラスチックフリーでTÜV による「OK

Biodegradable WATER」の認証が取れている点が決めてとなった。また製品情報が100%開示されているため、情報の透明性も後押しになった。

3.3 現状と今後の方針

現状ラメはA社のものを使用し、4に示す生分解性試験を行っている。結果は下記（図3-5）の通りである。ラメは1カ月で平均32%分解し、60日後には41%、90日後には45%、120日後には平均の生分解性度48%と非常に良好。対する比較対象に当たるセルローズ（陽性対照材料）の1カ月で平均54%分解し、60日で69%、90日後には76%、120日後には平均の生分解性度80%分解性を示した。

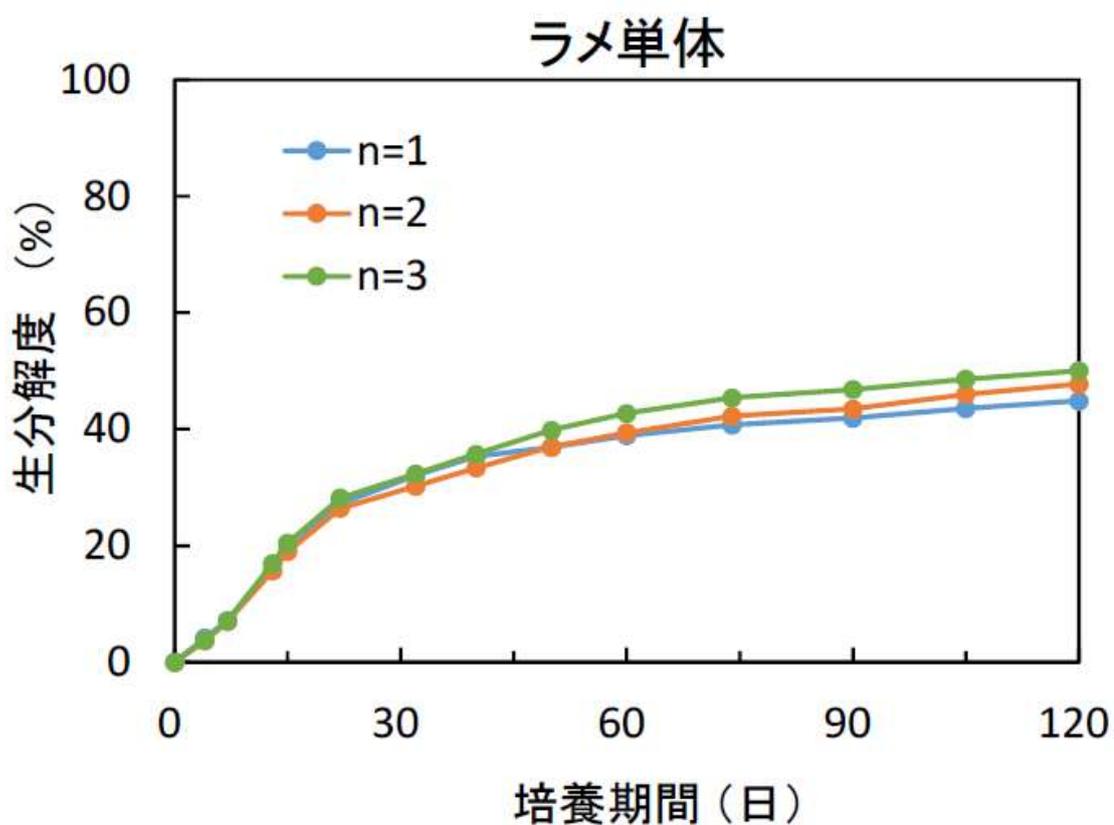


図 3-5 外部の専門機関にて行われた生分解性ラメ 120 日の試験結果

今後は外部の専門機関の生分解性試験だけでなく、実地試験の結果も踏まえて情報の透明性と実際ルアーとしての海洋生分解性を高めるにはどのようにすればいいのか検討したい。

4 海水・淡水中でのルアー生分解性試験の実施・生分解性の評価

4.1 海水・淡水中でのルアー生分解性試験の実施・生分解性の評価

①で選定したグレードの Mater-Bi 及び①で製作するコンパウンドについて、海水中での生分解性に係るラボ試験を行い、生分解性度の評価を行った。概要は以下の通りとなる。

概要	外部専門機関による海洋生分解性試験
植種源	東京近郊の海水及び堆積物
試験温度	15～25℃
評価試料形態	微粉末又はフィルム
評価項目	生分解度 (%)
試験期間	450 日間 (2022 年 9 月 29 日～2023 年 12 月 23 日)
目標数値	セルロースと同等レベル

また、本試験では以下 7 検体で評価を行った。

1.	Mater-Bi A	TUV OK Biodegradable Soil® 取得品番 各種添加剤選定のためにブランク品として評価
2.	Mater-Bi A + バイオマス粉	バイオマス度上昇を狙い選定
3.	Mater-Bi A + バイオマス粉	No.2 の比率違い
4.	Mater-Bi A + 可塑剤 a	ソフトルアーで必要とされる柔軟性付与のために生分解性可塑剤を添加
5.	Mater-Bi A + 可塑剤 b	No.5 とは別メーカーの生分解性可塑剤を使用
6.	Mater-Bi B	Mater-Bi A とは異なる澱粉含有率の別品番 澱粉の影響を判断するため評価
7.	生分解性ラメ	②参照

120 日間の経過報告は以下となる。

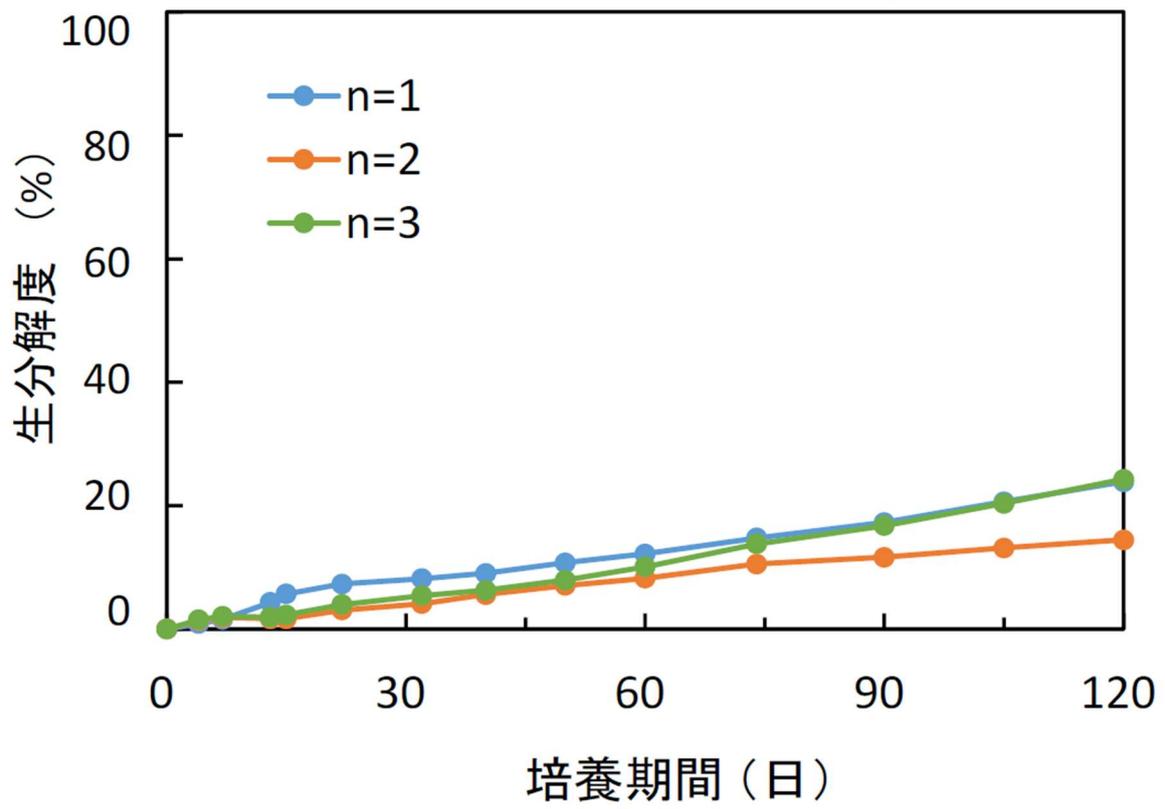


図 4-1 Mater-Bi A

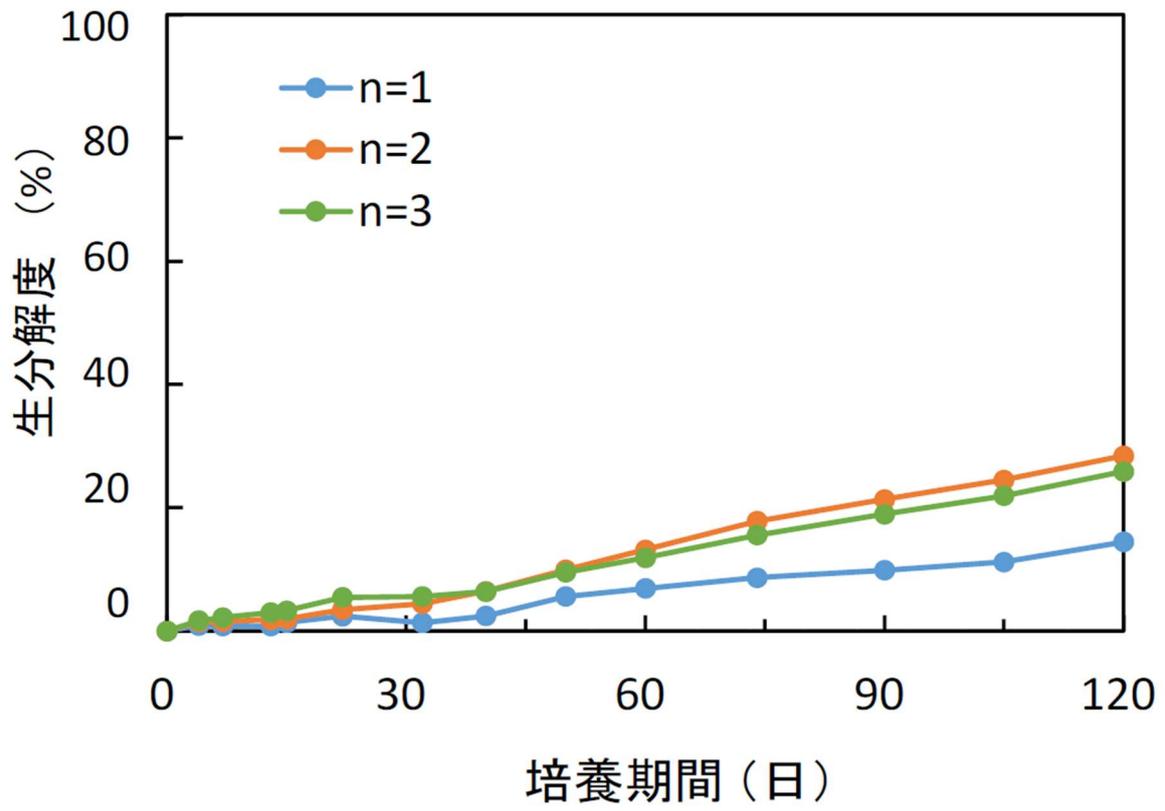


図 4-2 Mater-Bi A + バイオマス粉

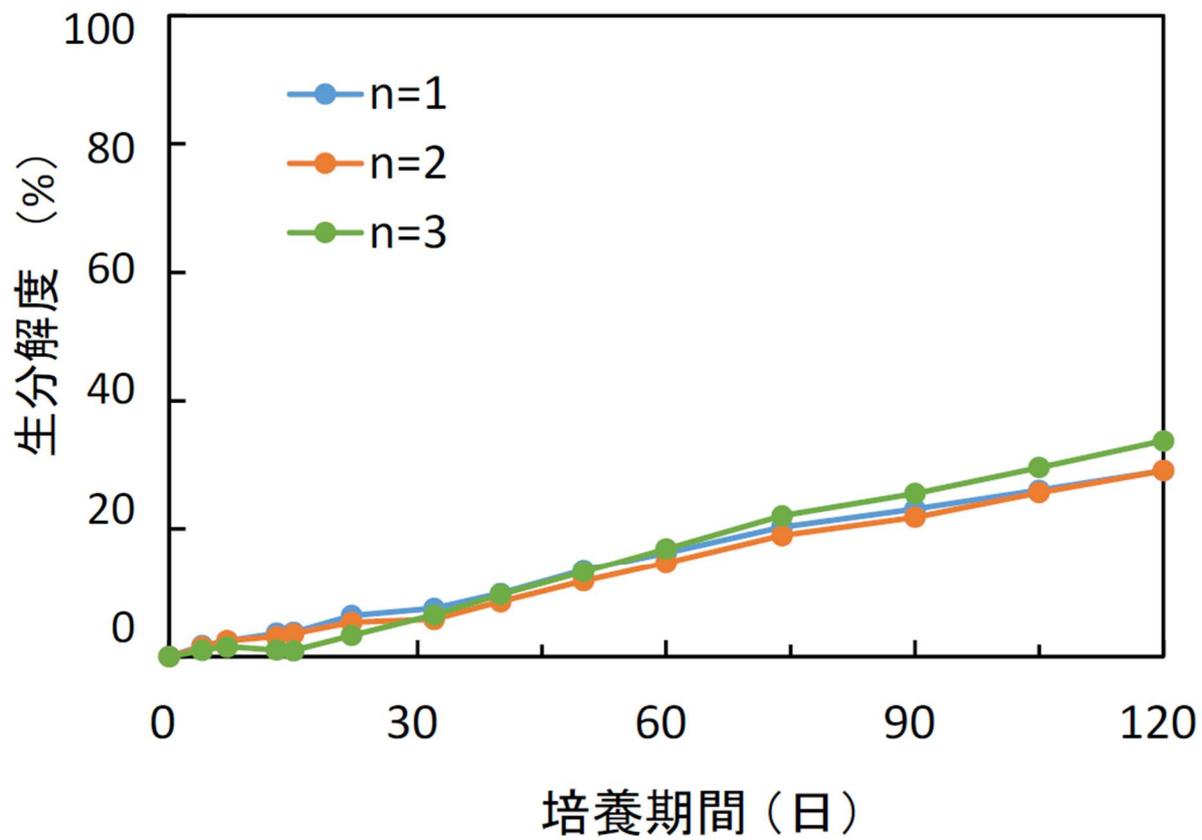


図 4-3 Mater-Bi A + バイオマス粉 (No.2 の比率違い)

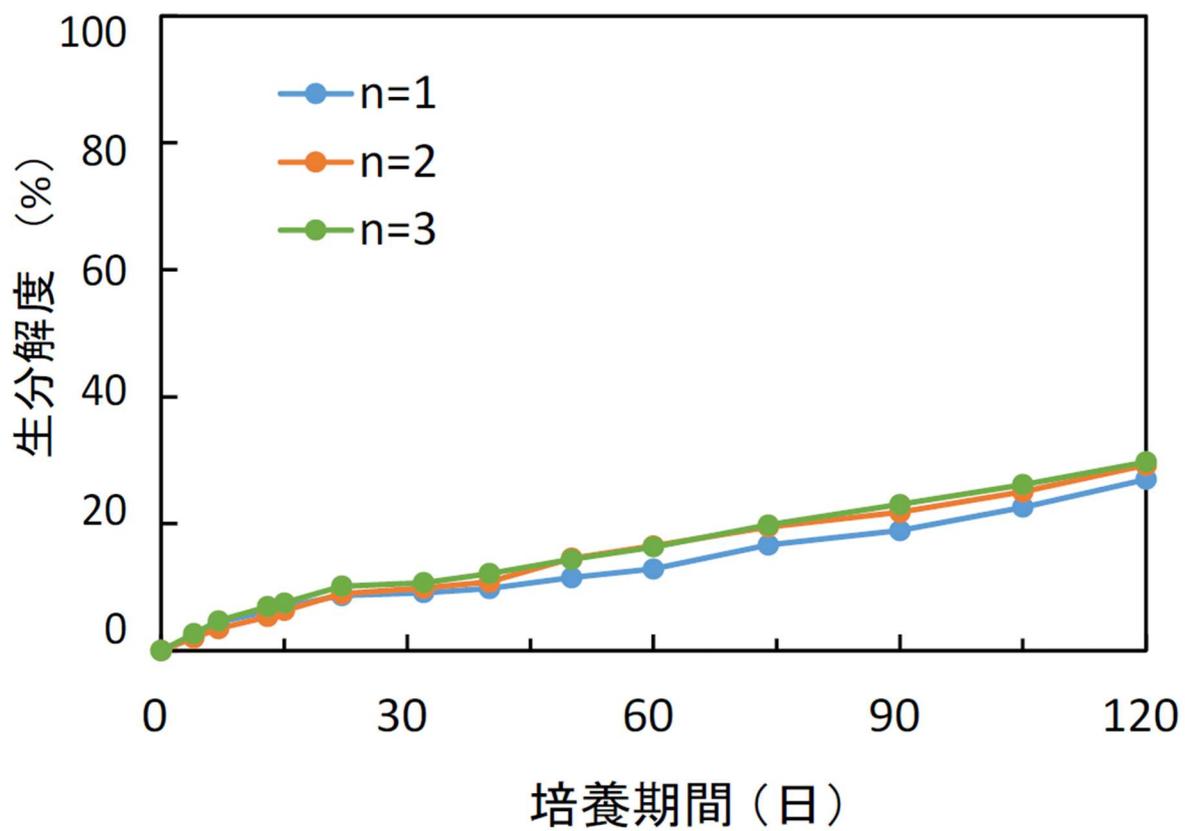


图 4-4 Mater-Bi A + 可塑剂 a

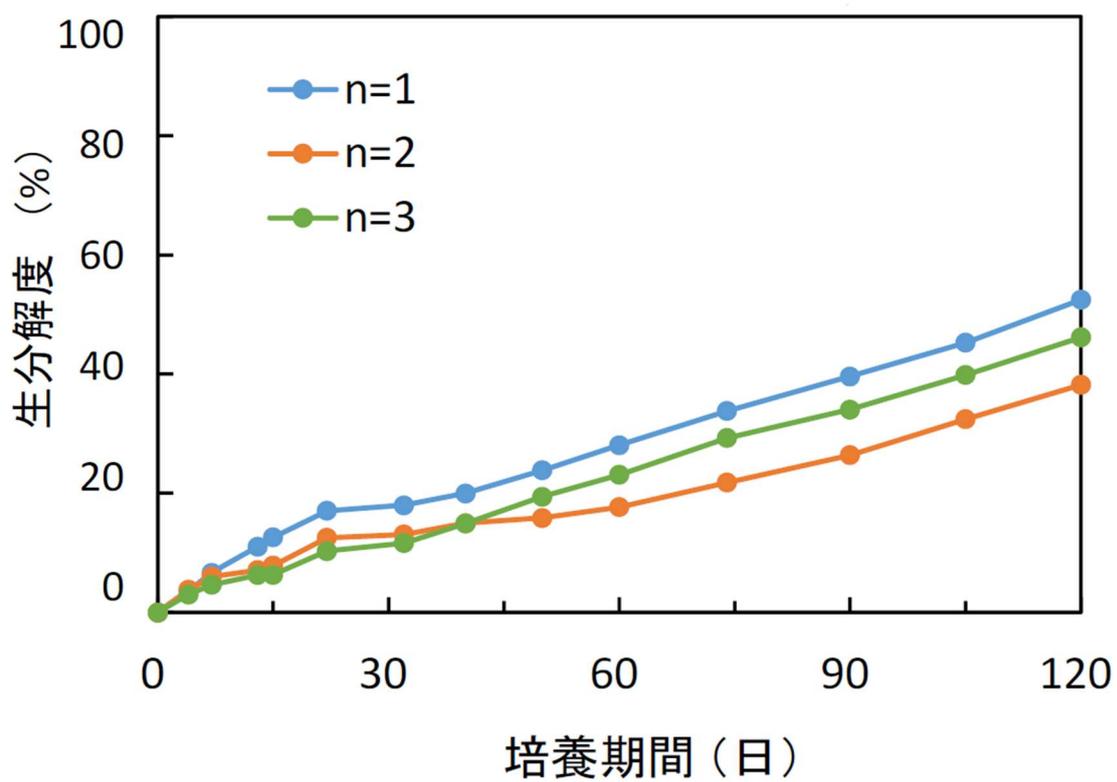


図 4-5 Mater-Bi A + 可塑剤 b

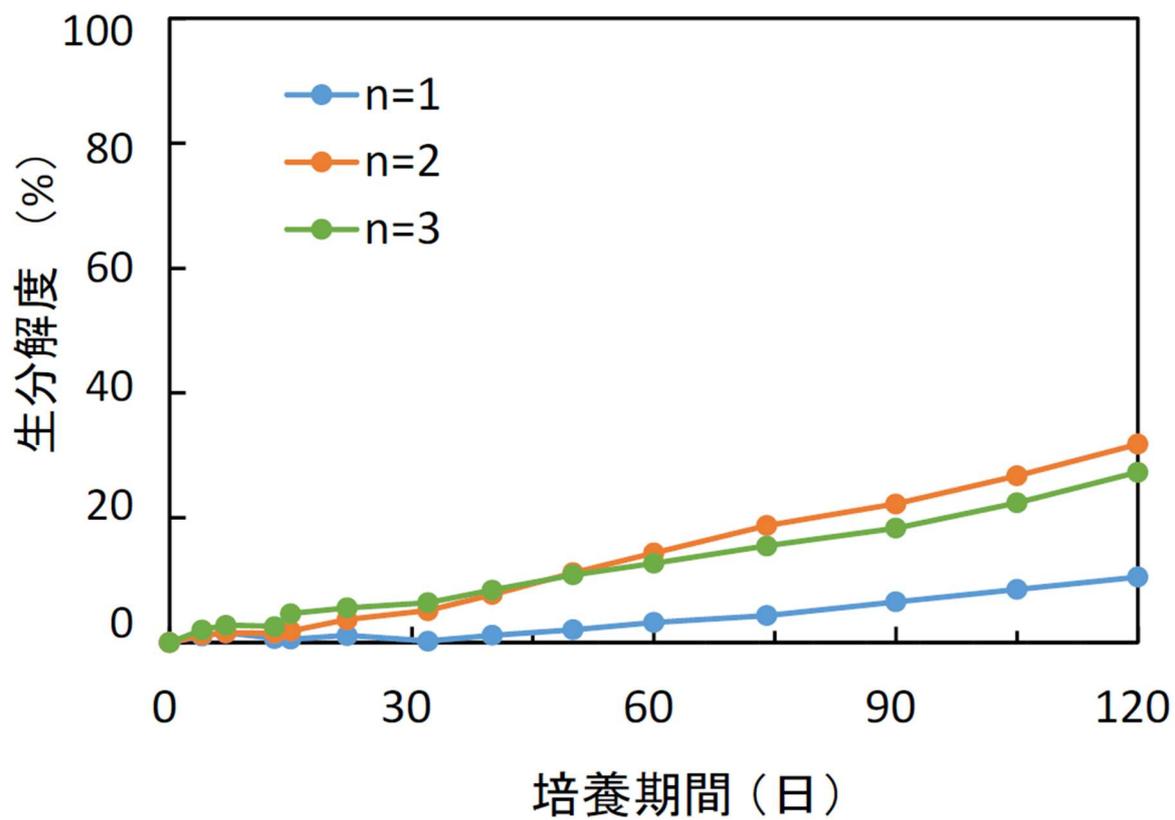


図 4-6 Mater-Bi B

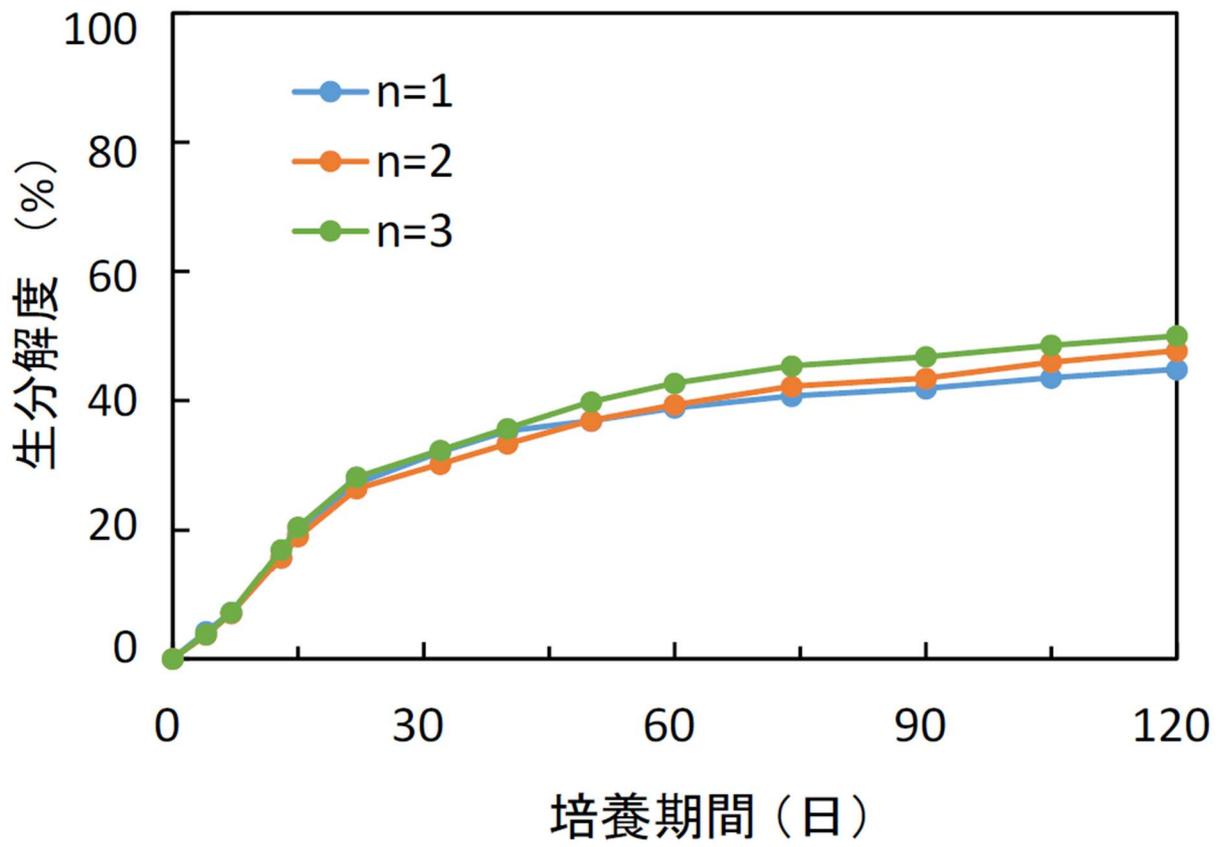


図 4-7 ラメ単体

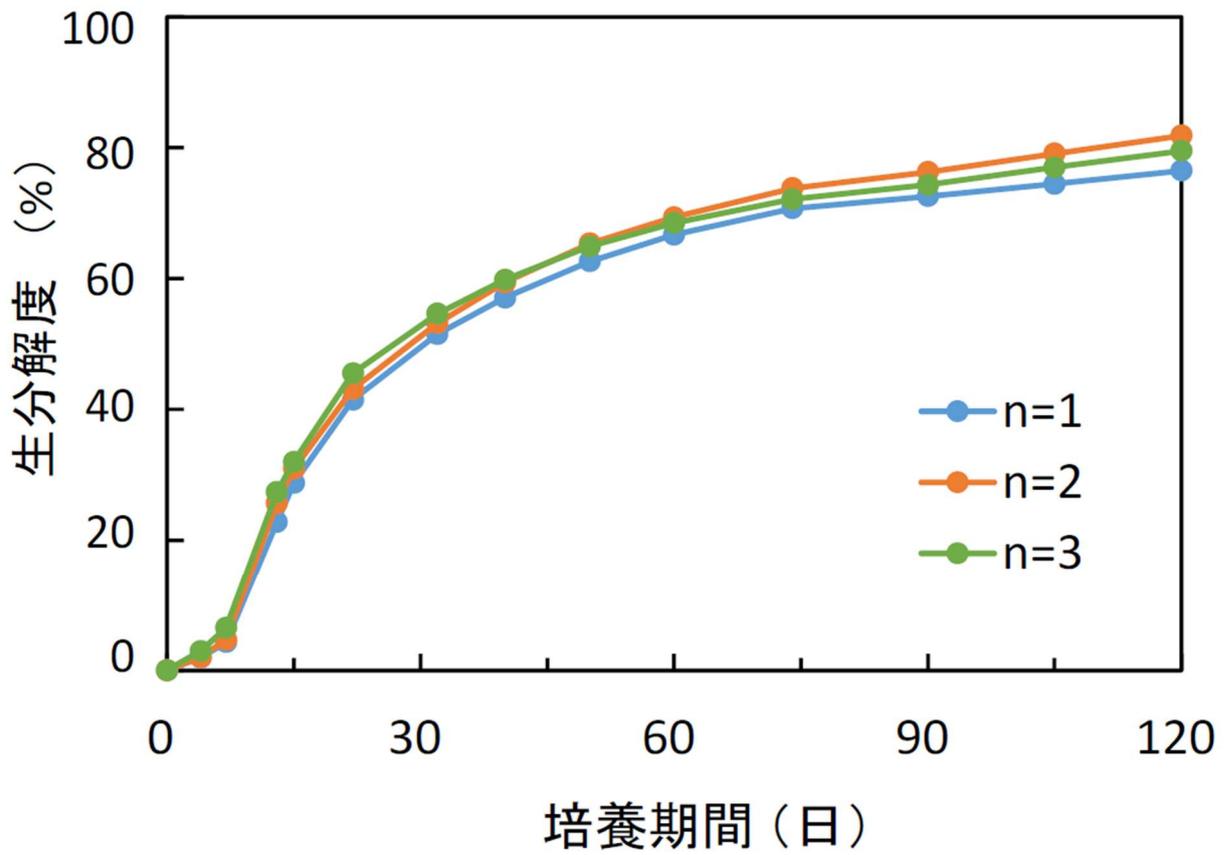


図 4-8 陽性対象材料 セルロース

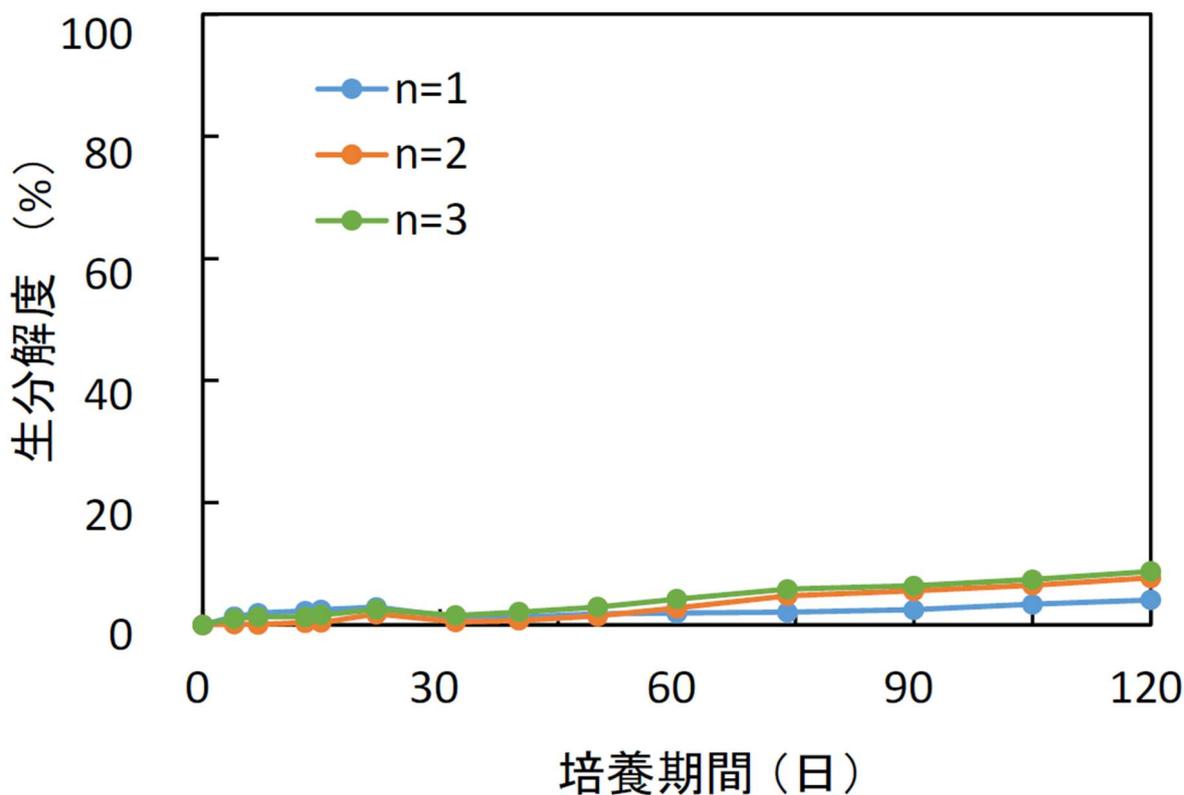


図 4-9 陰性対象材料 PET

120 日経過した時点で栄養塩を追加し、更なる挙動の確認を 2023 年 12 月 23 日まで行う。また、①にて新たに母材候補となった Mater-Bi C にバイオマス粉、可塑剤をそれぞれ加えた二検体でも令和 5 年度から 270 日間の海水中での生分解性度の試験を行う。更に母材、塗料、ラメ含む配合物の環境影響に関する情報を収集し、令和 5 年度には必要に応じて追加的に毒性試験を行う。

4.2 実地海洋生分解試験

海水	設置日 引き揚げ日程	淡水	設置日 引き揚げ 日程
伊勢湾 新舞子ボート パーク 愛知県知多市緑 浜 町2番5	12月25日設置 2月26日引上げ予定	野尻湖 長野県上水内郡信濃町野尻 53-1	2022/12/07 設置 2023/02/13 引上 4月12日 6月7日・8月1日 10月1日 12月1日 2024年予定 2月 1日 4月1日 6月1日 8月1日 10月1日 12月1日予定
博多湾 西福岡マリーナ マリノア 福岡県福岡市西 区小戸2-11-1	2月16日設置 2か月に一度引き揚げをす る。日程は調整中	北山湖 佐賀県佐賀市三瀬村杠779	2月16日設置 2か月に一度引き揚 げをする。日程は調 整中
大阪湾 出来島船 大阪市此花区常 吉2-10-12	2月18日設置 2か月に一度引き揚げをす る。日程は調整中	隠れ谷池 和歌山県橋本市向副325- 10	2月22日設置 2か月に一度引き揚 げをする。日程は調 整中
相模湾（湯河 原）		芦ノ湖	

2022/12/07 設置 淡水・野尻湖



写真 4-1 設置した棧橋



写真 4-2 設置状況①



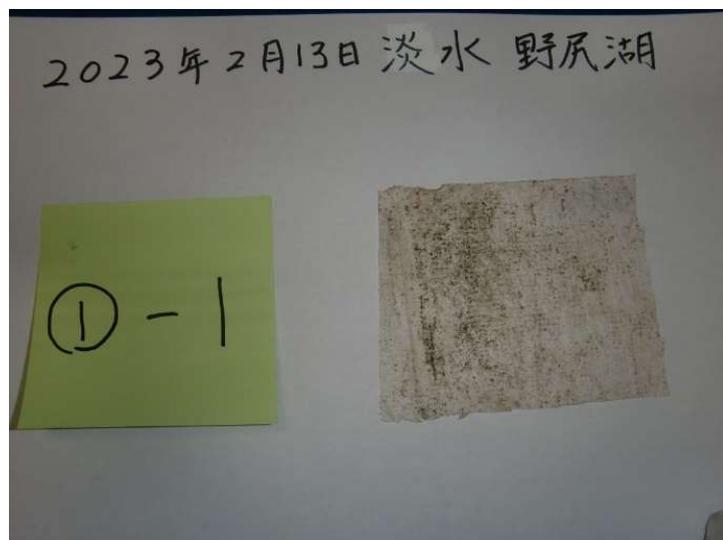
写真 4-3 設置状況②

2023/02/13 野尻湖 第1回引上げ試験物品



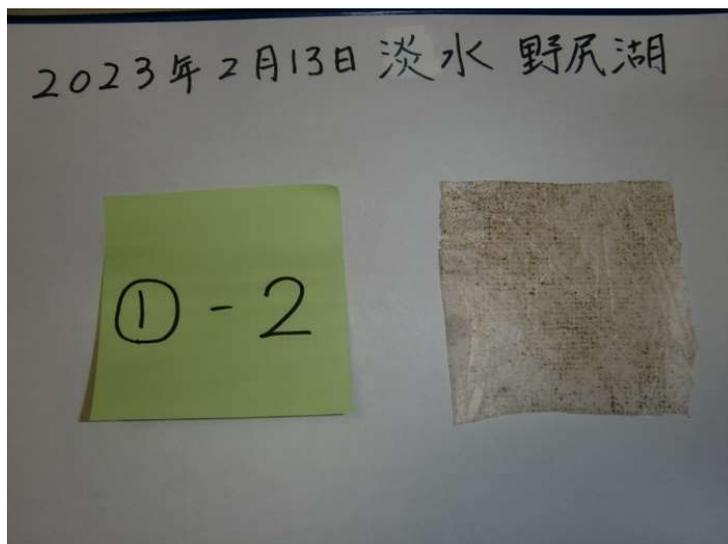
写真 4-4 試験サンプル外観

2023/02/13 野尻湖 第1回引上げ試験物品



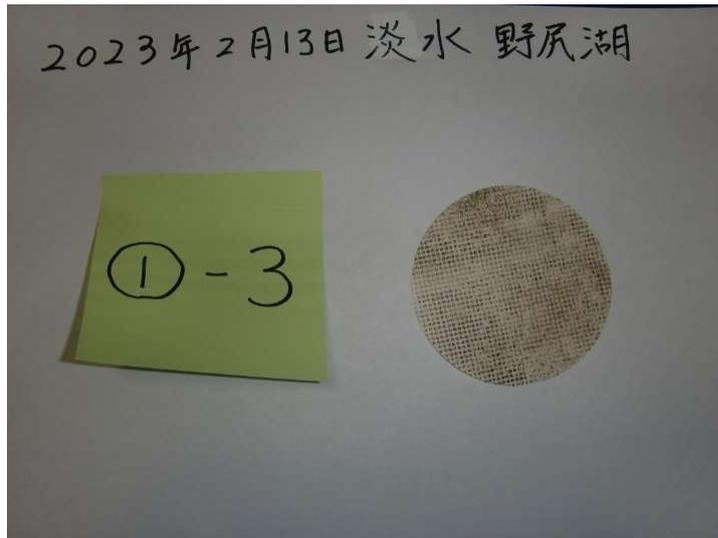
数値	
・ 重量	0.2429
・ 厚さ 中心	0.042
角1	0.034
角2	0.029
平均	0.036

写真 4-5 マタビー製フィルム



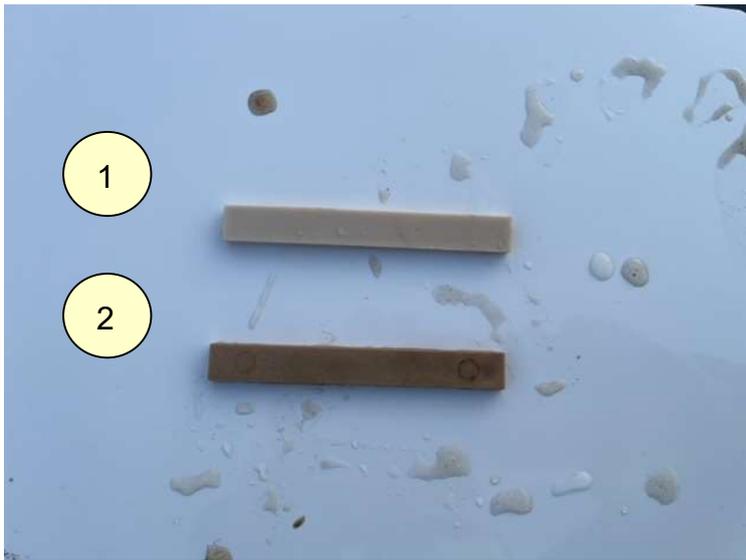
数値	
・ 重量	0.2679
・ 厚さ 中心	0.042
角1	0.045
角2	0.041
平均	0.043

写真 4-6 マタビー+可塑剤製フィルム



数値	
・ 重量	0.3969
・ 厚さ 中心	0.229
角1	0.230
角2	0.222
平均	0.227

写真 4-7 セルロース製シート



① マタビーのみ

② マタビー&バイオマス粉含有

写真 4-8 野尻湖 ルアーに見立てた試験サンプル外観

2022/12/25 設置 海水 伊勢湾 (新舞子ボートパーク)



写真 4-9 試験サンプル外観①



写真 4-10 試験サンプル外観②



写真 4-11 設置場所



写真 4-12 設置状況

海水 博多湾 準備 海に沈めるため錆止めを塗装。乾いたら塗る作業を何回か繰り返した。



写真 4-13 錆止め塗料塗装の様子①

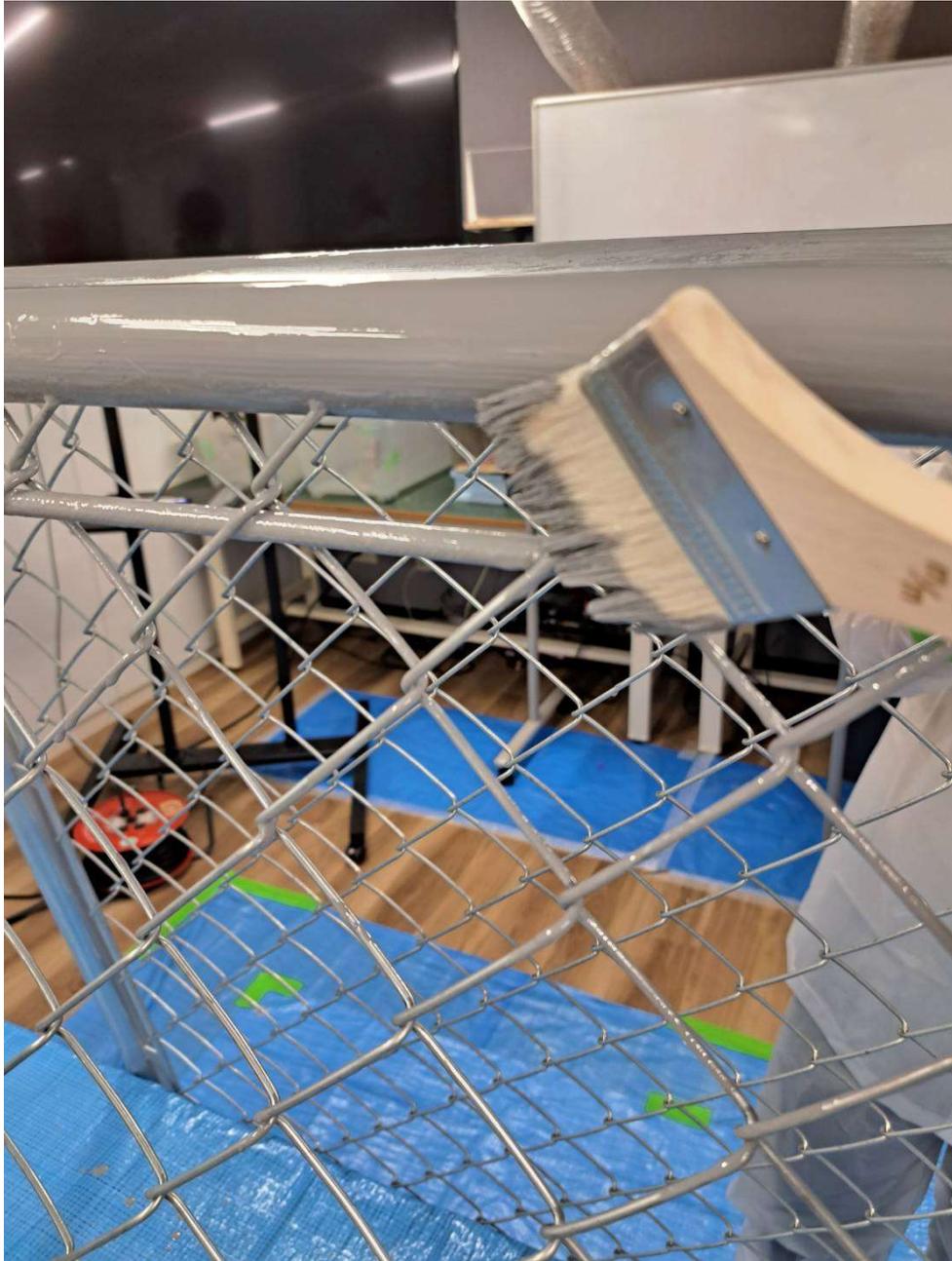


写真 4-14 錆止め塗料塗装の様子②



写真 4-15 試験サンプル準備

海は波もあるため補強作業



写真 4-16 補強部材



写真 4-17 試験サンプル準備



写真 4-18 試験サンプル準備



写真 4-19 試験サンプル外観

2023/02/16 設置 博多湾 (西福岡マリーナ マリノア)

試験物品海で波や塩の影響を受けるのでこの様な形で海に沈めることになった。



写真 4-20 設置場所様子



写真 4-21 試験場所



写真 4-22 試験サンプル外観



写真 4-23 設置の様子

2023/02/16 設置 淡水 北山湖

設置状況



写真 4-24 設置状況①



写真 4-25 設置状況②

2023/02/18 設置 海水 大阪湾

- ・ 設置場所は大阪市漁協が管理する出来島船溜まり。
- ・ 大潮干潮時で約水深 1.0m 満潮時で 2.0~2.5m

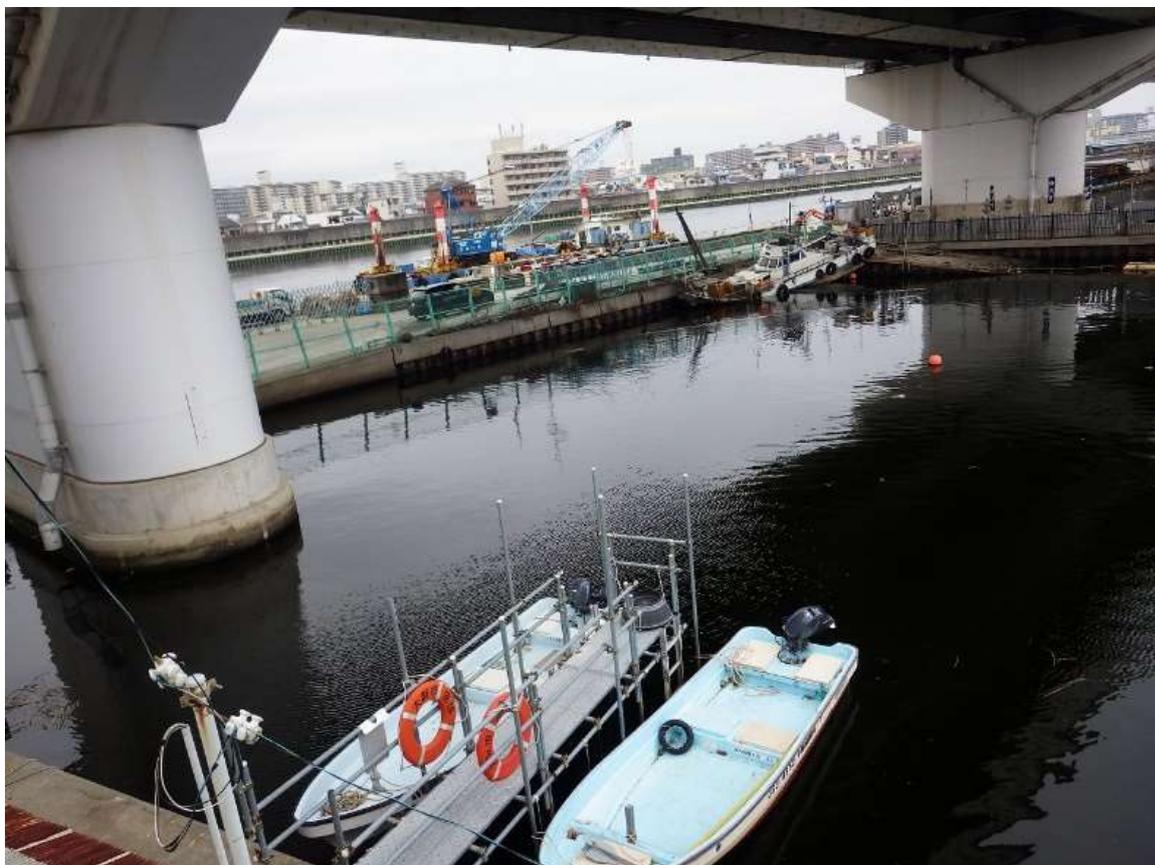


写真 4-26 設置場所



写真 4-27 設置状況①

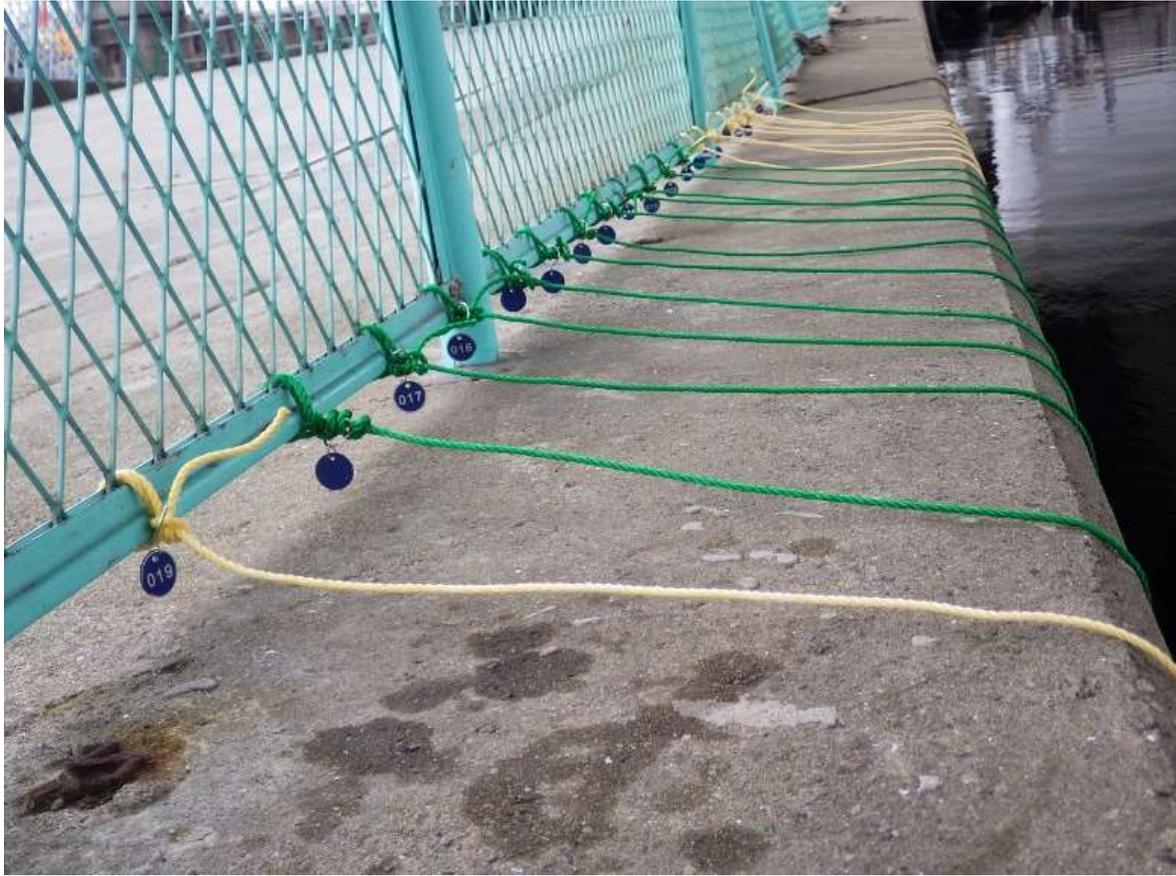


写真 4-28 設置状況②

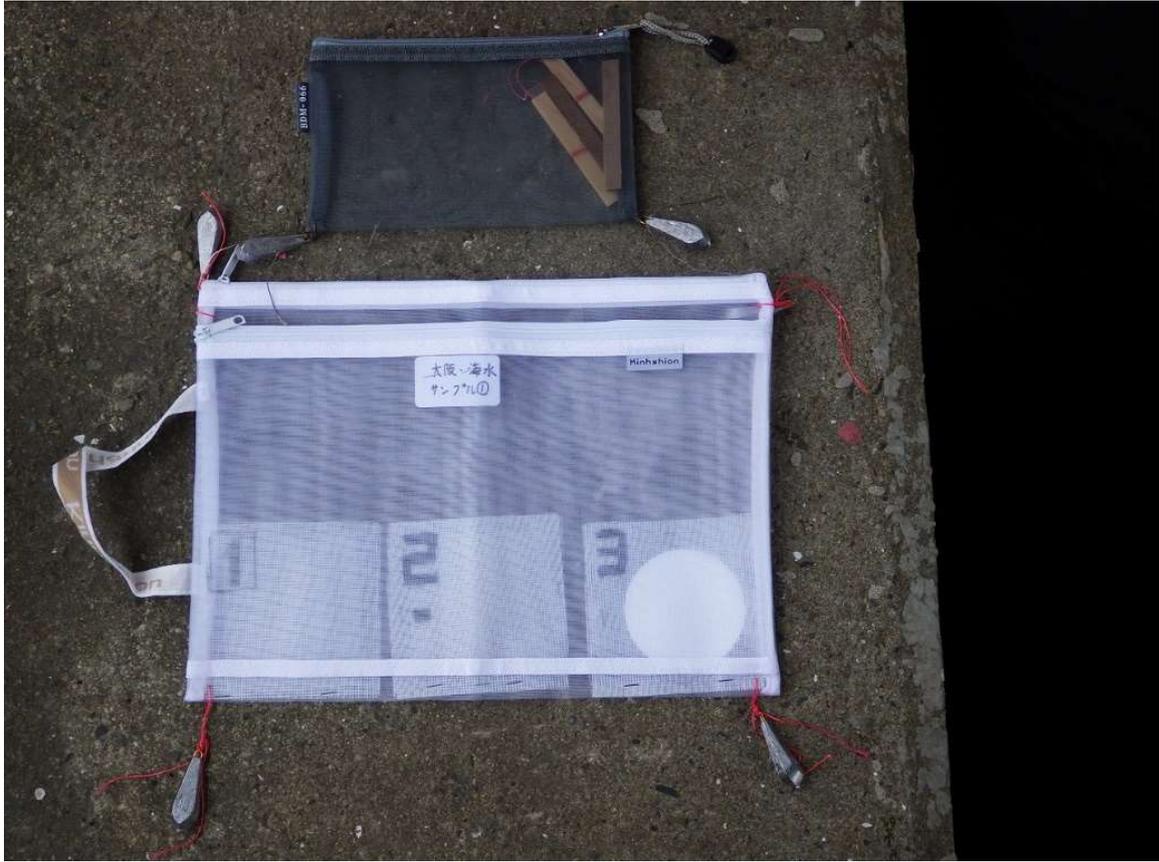


写真 4-29 試験サンプル外観

ハードルアーのプラスチック片

色が似ているので今後判断がつかなくなる可能性有。PE ラインで目印を付けた。

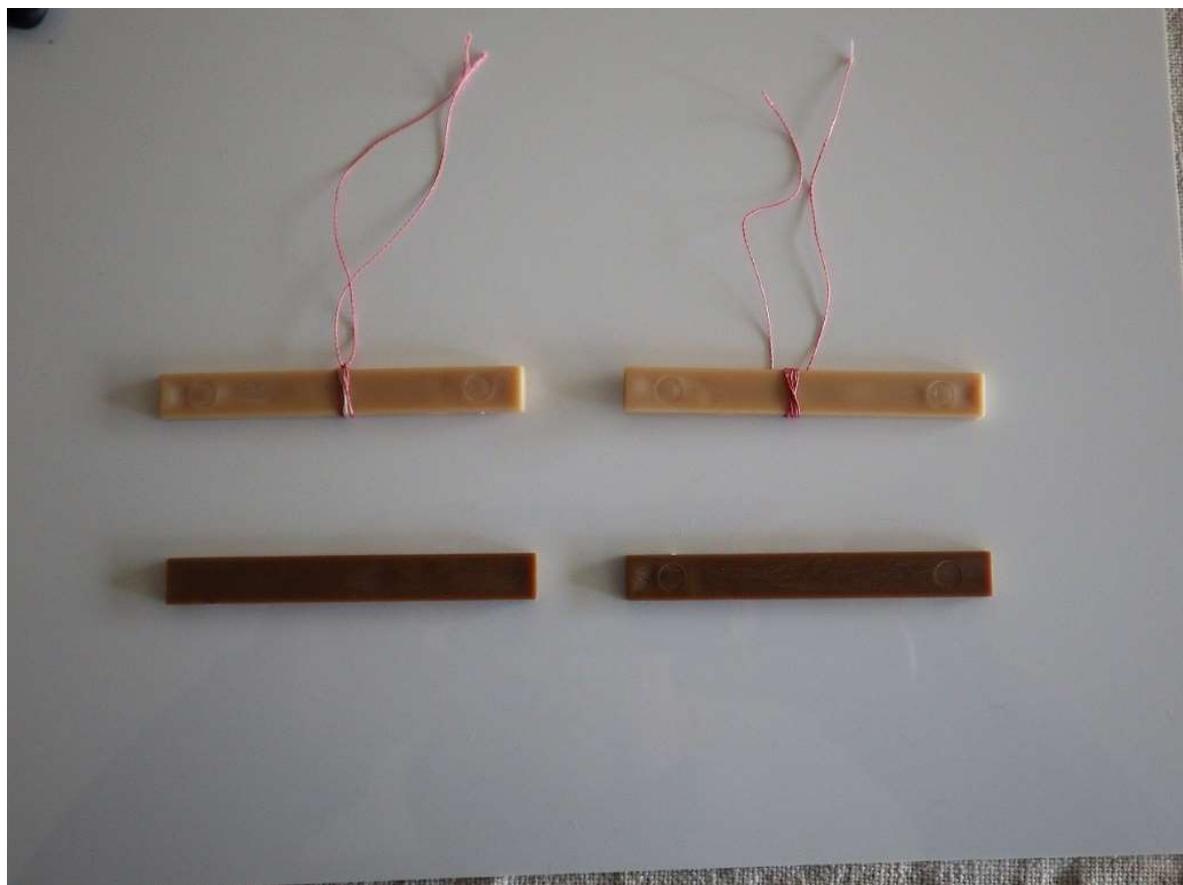


写真 4-30 ルアーに見立てた試験サンプル外観①



写真 4-31 ルアーに見立てた試験サンプル外観②

2023/02/22 設置 淡水 隠れ谷池



写真 4-32 設置場所



写真 4-33 設置状況



写真 4-34 設置状況

5 海水・淡水中での生分解性を有するルアー認定制度の創設

6 海水・淡水中での生分解性を有するルアーの普及啓発活動

6.1 普及啓発活動の実施

①第1回説明会 令和4年11月16日(水) 山梨県富士河口湖町にて実施し、各地ブロックリーダーを決め、実試験内容の共有と調査地点の選定の協議をした



写真 5, 6-1 説明会の様子

②第2回説明会令和5年 月14日山梨県富士河口湖町で実施した。

全国チャプター会議：日本バスクラブ主催の釣り大会関係者約70名

集まり、認証基準開発に向けた協議を行い、普及啓発活動についても説明。今後も適宜実施を予定している。



写真 5, 6-3 説明会の様子

6.2 2023 年度普及啓発活動委員会活動予定日（野外活動のため変わる場合もあります）

表 5, 6-1

	日付	場所
1	2023 年 1 月 8 日	七色ダム
2	2023 年 1 月 22 日	池原ダム
3	2023 年 2 月 12 日	七色ダム
4	2023 年 3 月 5 日	旧吉野川
5	2023 年 3 月 5 日	七色ダム
6	2023 年 3 月 12 日	旧吉野川
7	2023 年 3 月 19 日	入鹿池
8	2023 年 3 月 19 日	高滝湖
9	2023 年 3 月 19 日	相模湖
10	2023 年 3 月 19 日	琵琶湖
11	2023 年 3 月 19 日	津風呂湖
12	2023 年 3 月 19 日	池原ダム
13	2023 年 3 月 19 日	旭川ダム
14	2023 年 3 月 23 日	河口湖
15	2023 年 3 月 25 日	津風呂戸
16	2023 年 3 月 26 日	神流湖
17	2023 年 3 月 26 日	印旛沼
18	2023 年 3 月 26 日	野村ダム
19	2023 年 3 月 26 日	遠賀川
20	2023 年 3 月 29 日	亀山ダム
21	2023 年 4 月 2 日	河口湖
22	2023 年 4 月 2 日	遠賀川
23	2023 年 4 月 2 日	霞ヶ浦
24	2023 年 4 月 2 日	七色ダム
25	2023 年 4 月 2 日	生野銀山湖
26	2023 年 4 月 2 日	旭川ダム
27	2023 年 4 月 4 日	新利根
28	2023 年 4 月 7 日	七色ダム

29	2023年4月9日	田井ノ瀬
30	2023年4月9日	前川ダム
31	2023年4月9日	北浦
32	2023年4月9日	高滝湖
33	2023年4月9日	高梁川
34	2023年4月9日	野尻湖
35	2023年4月15日	霞ヶ浦
36	2023年4月16日	霞ヶ浦
37	2023年4月16日	生野銀山湖
38	2023年4月16日	高梁川
39	2023年4月16日	加古川西岸
40	2023年4月16日	神次郎
41	2023年4月16日	榛名湖
42	2023年4月16日	七川ダム
43	2023年4月16日	遠賀川
44	2023年4月22日	河口湖
45	2023年4月23日	神流湖
46	2023年4月23日	芦ノ湖
47	2023年4月23日	山中湖
48	2023年4月23日	琵琶湖
49	2023年4月23日	布目ダム
50	2023年4月23日	淀川
51	2023年4月23日	東条湖
52	2023年4月23日	北山湖
53	2023年4月25日	新利根
54	2023年4月30日	河口湖
55	2023年4月30日	三瀬谷
56	2023年4月30日	西の湖
57	2023年4月30日	旭川ダム
58	2023年4月30日	弥栄湖
59	2023年5月5日	野尻湖

60	2023年5月13日	北山湖
61	2023年5月14日	桧原湖
62	2023年5月14日	山中湖
63	2023年5月14日	津風呂湖
64	2023年5月14日	高滝湖
65	2023年5月14日	東条湖
66	2023年5月14日	生野銀山湖
67	2023年5月14日	野尻湖
68	2023年5月21日	生野銀山湖
69	2023年5月21日	利根川
70	2023年5月21日	加古川西岸
71	2023年5月21日	前川ダム
72	2023年5月21日	印旛沼
73	2023年5月21日	琵琶湖
74	2023年5月21日	旧吉野川
75	2023年5月21日	北山湖
76	2023年5月24日	亀山ダム
77	2023年5月28日	北山湖
78	2023年5月28日	東条湖
79	2023年5月28日	芦田川
80	2023年5月28日	四十四ダム
81	2023年5月28日	淀川
82	2023年5月28日	旭川ダム
83	2023年6月2日	小野湖
84	2023年6月2日	東条湖
85	2023年6月3日	北山湖
86	2023年6月4日	田井ノ瀬
87	2023年6月4日	神次郎
88	2023年6月4日	大山
89	2023年6月4日	高滝湖
90	2023年6月4日	西の湖

91	2023年6月4日	布目ダム
92	2023年6月4日	高梁川
93	2023年6月6日	新利根
94	2023年6月11日	旧吉野川
95	2023年6月11日	曾原湖
96	2023年6月11日	神流湖
97	2023年6月11日	津久井湖
98	2023年6月11日	入鹿池
99	2023年6月11日	琵琶湖
100	2023年6月11日	津風呂湖
101	2023年6月11日	生野銀山湖
102	2023年6月11日	遠賀川
103	2023年6月14日	亀山ダム
104	2023年6月17日	河口湖
105	2023年6月18日	河口湖
106	2023年6月18日	津風呂湖
107	2023年6月18日	加古川西岸
108	2023年6月18日	四十四ダム
109	2023年6月18日	霞ヶ浦
110	2023年6月18日	印旛沼
111	2023年6月18日	旭川ダム
112	2023年6月18日	弥栄湖
113	2023年6月23日	東条湖
114	2023年6月24日	霞ヶ浦
115	2023年6月24日	河口湖
116	2023年6月25日	霞ヶ浦
117	2023年6月25日	入鹿池
118	2023年6月25日	山中湖
119	2023年6月25日	河口湖
120	2023年6月25日	榛名湖
121	2023年6月25日	野尻湖

122	2023年6月25日	琵琶湖
123	2023年6月25日	布目ダム
124	2023年6月25日	淀川
125	2023年6月25日	東条湖
126	2023年6月25日	野村ダム
127	2023年7月1日	北山湖
128	2023年7月2日	生野銀山湖
129	2023年7月2日	大山
130	2023年7月2日	神流湖
131	2023年7月2日	入鹿池
132	2023年7月2日	七色ダム
133	2023年7月2日	高梁川
134	2023年7月5日	亀山ダム
135	2023年7月6日	河口湖
136	2023年7月7日	東条湖
137	2023年7月9日	山中湖
138	2023年7月9日	高梁川
139	2023年7月9日	遠賀川
140	2023年7月9日	東条湖
141	2023年7月9日	桧原湖
142	2023年7月9日	霞ヶ浦
143	2023年7月9日	印旛沼
144	2023年7月9日	芦ノ湖
145	2023年7月9日	津風呂湖
146	2023年7月9日	池原ダム
147	2023年7月9日	生野銀山湖
148	2023年7月14日	霞ヶ浦
149	2023年7月15日	河口湖
150	2023年7月16日	田井ノ瀬
151	2023年7月16日	相模湖
152	2023年7月16日	榛名湖

153	2023年7月16日	布目ダム
154	2023年7月16日	旧吉野川
155	2023年7月16日	北山湖
156	2023年7月16日	野尻湖
157	2023年7月18日	新利根
158	2023年7月22日	桧原湖
159	2023年7月23日	桧原湖
160	2023年7月23日	津風呂湖
161	2023年7月23日	河口湖
162	2023年7月23日	加古川西岸
163	2023年7月23日	北浦
164	2023年7月23日	弥栄湖
165	2023年7月23日	野村ダム
166	2023年7月28日	東条湖
167	2023年7月29日	霞ヶ浦
168	2023年7月30日	前川ダム
169	2023年7月30日	野尻湖
170	2023年7月30日	入鹿池
171	2023年7月30日	琵琶湖
172	2023年7月30日	西の湖
173	2023年7月30日	七色ダム
174	2023年7月30日	淀川
175	2023年7月30日	東条湖
176	2023年7月30日	高梁川
177	2023年8月3日	河口湖
178	2023年8月5日	北山湖
179	2023年8月6日	高梁川
180	2023年8月6日	前川ダム
181	2023年8月6日	加古川西岸
182	2023年8月6日	桧原湖
183	2023年8月6日	大山

184	2023年8月6日	神流湖
185	2023年8月6日	津風呂湖
186	2023年8月6日	池原ダム
187	2023年8月6日	北山湖
188	2023年8月11日	芦ノ湖
189	2023年8月12日	芦ノ湖
190	2023年8月13日	北浦
191	2023年8月13日	河口湖
192	2023年8月13日	入鹿池
193	2023年8月13日	野尻湖
194	2023年8月19日	河口湖
195	2023年8月20日	河口湖
196	2023年8月20日	田井ノ瀬
197	2023年8月20日	榛名湖
198	2023年8月20日	野尻湖
199	2023年8月20日	七川ダム
200	2023年8月20日	東条湖
201	2023年8月20日	弥栄湖
202	2023年8月20日	旧吉野川
203	2023年8月20日	遠賀川
204	2023年8月26日	桧原湖
205	2023年8月27日	桧原湖
206	2023年8月27日	山中湖
207	2023年8月27日	津風呂湖
208	2023年8月27日	遠賀川
209	2023年8月27日	霞ヶ浦
210	2023年8月27日	野村ダム
211	2023年9月2日	霞ヶ浦
212	2023年9月3日	霞ヶ浦
213	2023年9月3日	入鹿池
214	2023年9月3日	東条湖

215	2023年9月3日	旧吉野川
216	2023年9月3日	桧原湖
217	2023年9月3日	芦ノ湖
218	2023年9月3日	山中湖
219	2023年9月3日	津風呂湖
220	2023年9月3日	淀川
221	2023年9月3日	生野銀山湖
222	2023年9月3日	弥栄湖
223	2023年9月8日	桧原湖
224	2023年9月10日	田井ノ瀬
225	2023年9月10日	前川ダム
226	2023年9月10日	大山
227	2023年9月10日	高滝湖
228	2023年9月10日	津久井湖
229	2023年9月10日	西の湖
230	2023年9月10日	池原ダム
231	2023年9月10日	東条湖
232	2023年9月16日	河口湖
233	2023年9月16日	舞洲
234	2023年9月17日	河口湖
235	2023年9月17日	津風呂湖
236	2023年9月17日	霞ヶ浦
237	2023年9月17日	印旛沼
238	2023年9月17日	野尻湖
239	2023年9月17日	三瀬谷
240	2023年9月17日	高梁川
241	2023年9月19日	新利根
242	2023年9月21日	河口湖
243	2023年9月23日	桧原湖
244	2023年9月23日	河口湖
245	2023年9月24日	桧原湖

246	2023年9月24日	山中湖
247	2023年9月24日	生野銀山湖
248	2023年9月24日	高梁川
249	2023年9月24日	北浦
250	2023年9月24日	入鹿池
251	2023年9月27日	亀山ダム
252	2023年9月30日	河口湖
253	2023年10月1日	大山
254	2023年10月1日	津風呂湖
255	2023年10月7日	芦ノ湖
256	2023年10月7日	河口湖
257	2023年10月8日	霞ヶ浦
258	2023年10月8日	入鹿池
259	2023年10月8日	山中湖
260	2023年10月8日	河口湖
261	2023年10月8日	生野銀山湖
262	2023年10月13日	遠賀川
263	2023年10月15日	遠賀川
264	2023年10月15日	三瀬谷

7 ライフサイクルでの温室効果ガス削減効果の定量化・評価

7.1 目的及び調査範囲の設定

近年の釣りブームにより、疑似餌（ルアー）の国内出荷規模は増加傾向にあるものの、ルアーはその使用方法の特性上、いつかは海底・湖底等に根掛りし、そのまま残置されることとなる。残置ルアーの回収は極めて困難であり、海洋プラスチック問題の一因となることから、ルアーの材質を海水・淡水中で生分解されるプラスチック素材（Mater-Bi）に転換する対策が考えられる。

なお、Mater-Bi はポリブチレンアジペートテレフタレート（PBAT）に熱可塑性澱粉を混合したバイオマス複合プラスチックであり、グレードにより異なるが、数十%のバイオマス由来成分を含む。このため、従来素材から転換することで温室効果ガス（GHG）排出量を削減することができる可能性がある。本章では、ルアーの材質を非生分解性のプラスチック（ABS樹脂）から Mater-Bi に代替する際のライフサイクルでの GHG 削減効果を評価した。

7.1.1 評価シナリオ

評価したシナリオを表 7-1 に示す。ルアーは最終的に海底・湖底等に根掛りすることから、海洋流出がエンドオブライフとなることが多いと考えられるが、適正処理の観点から、ベースラインシナリオを、ABS樹脂を材料とし、ルアーの処理は発電焼却とした。これに加え、マテリアルリサイクル及び海洋流出（蓄積）も評価した。

評価対象製品シナリオは樹脂種類を Mater-Bi 及びもみ殻の混合とし、ルアーの処理は発電焼却に加え、海洋に流出した場合（生分解する場合）も評価した。なお、機能単位は 1 kg の樹脂とした。

表 7-1 評価シナリオ

シナリオ	処理方法	材質
①	発電焼却	ABS樹脂
②	マテリアルリサイクル	ABS樹脂
③	海洋流出（蓄積）	ABS樹脂
④	発電焼却	Mater-Bi+もみ殻
⑤	海洋流出（生分解）	Mater-Bi+もみ殻

7.1.2 システム境界

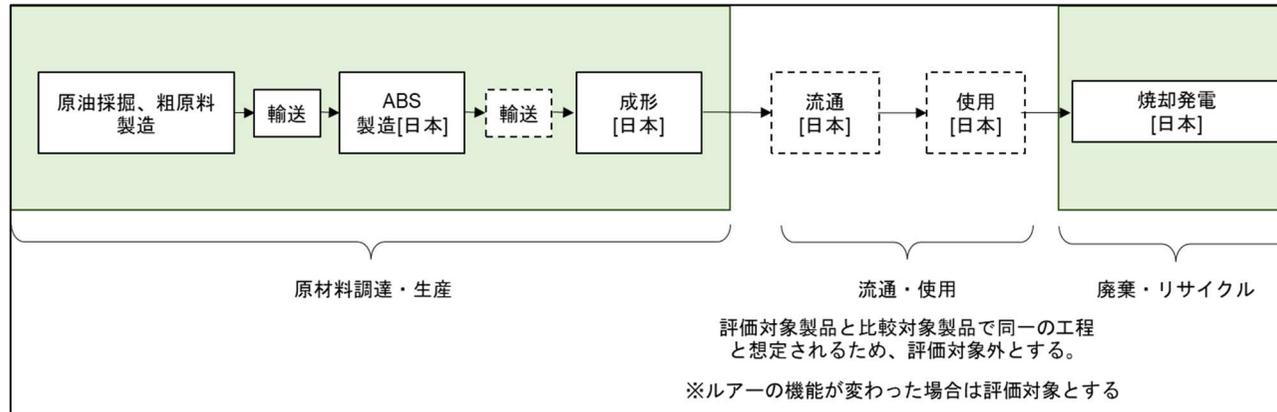
システム境界の概要を以下に示す。流通・使用段階は各シナリオで共通のため、原料調達・生産と廃棄・リサイクルを評価対象範囲とした。副産物の評価にあたっては、負荷回避法[1]を用いた。なお、Mater-Bi の生産国（イタリア）からの輸送については、十分なデータが得られなかったため評価範囲外とした。

発電焼却（図 7-1）では、使用済みルアーが回収され、発電設備を有する廃棄物焼却施設で焼却発電されるとした。

マテリアルリサイクル（図 7-2）では、使用済みルアーが回収され、ABS 樹脂がマテリアルリサイクルされるとした。

海洋流出（図 7-3）では、使用済みルアーは回収されず、海底・湖底等に根掛りしたままになるとした。

ベースライン



評価対象製品

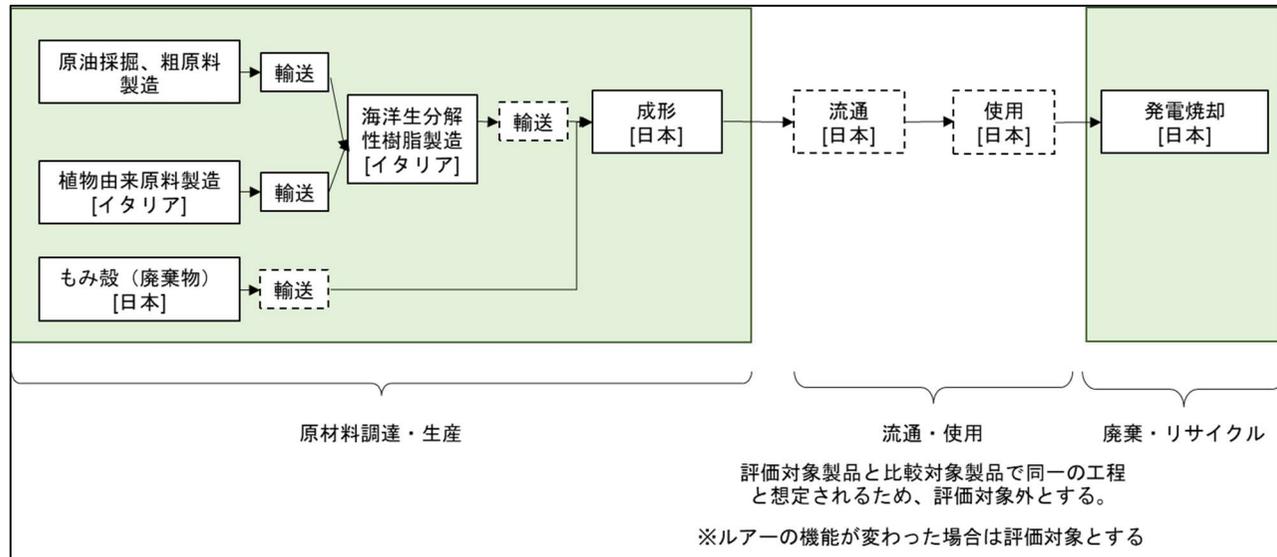
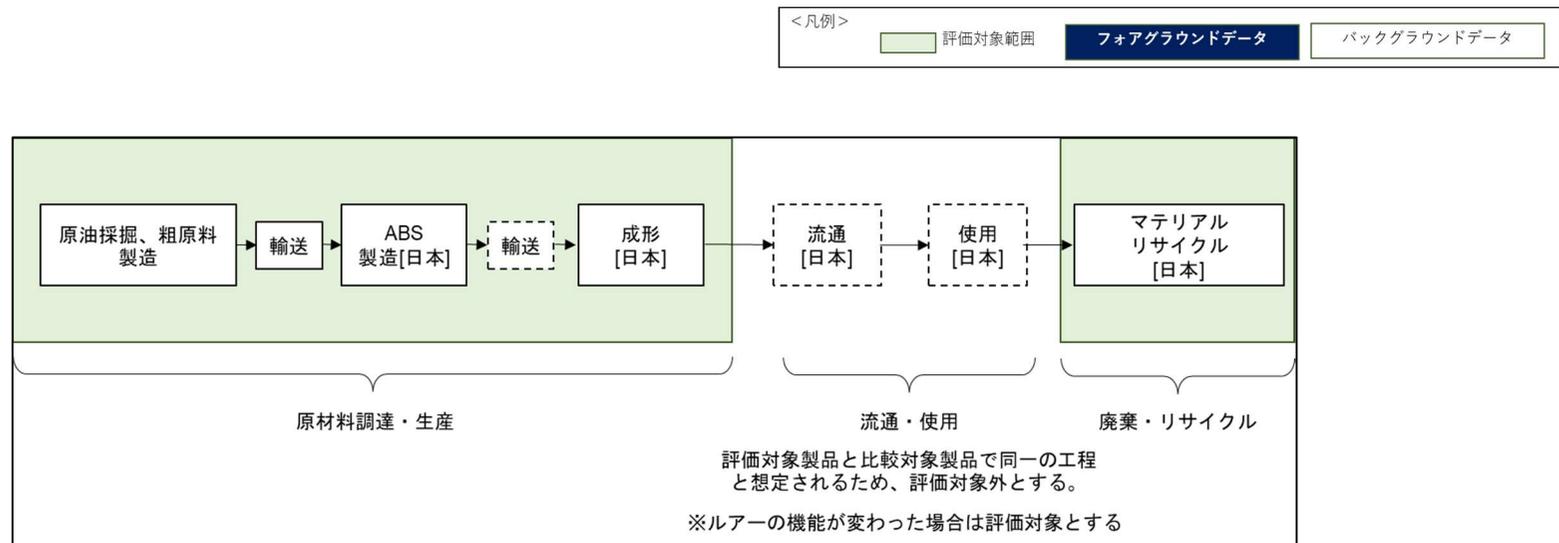


図 7-1 発電焼却のシステム境界

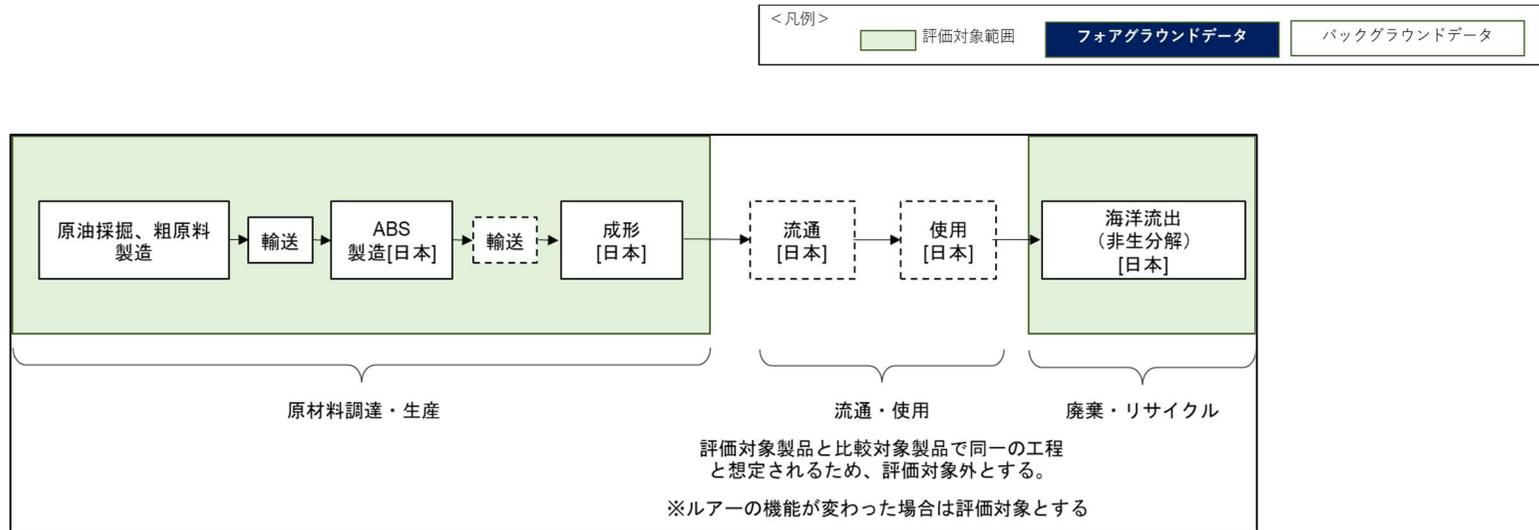
ベースライン



※ マテリアルリサイクルされた樹脂は、最終的に焼却されるとした。

図 7-2 マテリアルリサイクルのシステム境界

ベースライン



評価対象製品

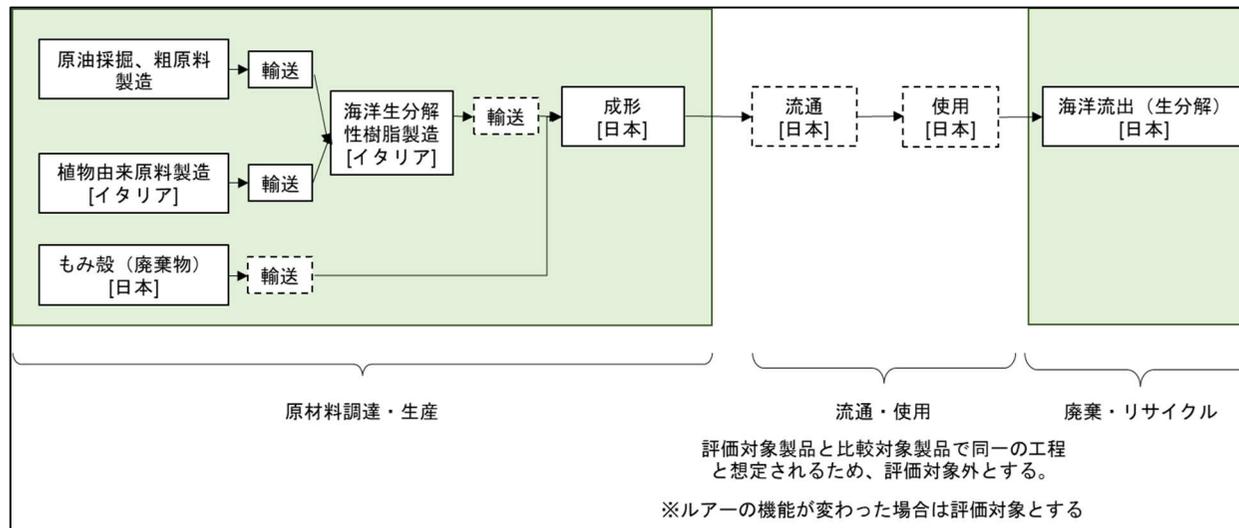


図 7-3 海洋流出のシステム境界

7.2 インベントリ分析

7.2.1 樹脂の特性

代表的な Mater-Bi グレードとして Mater-Bi (EF04P) を想定し、文献[2]より元素組成を炭素:57.91%、水素:6.76%とした。その他の成分については酸素とした。

7.2.2 インベントリデータ

a) 原材料調達・製造段階

1) 原材料

ルアー1 kg における ABS 樹脂及び Mater-Bi・もみ殻の使用量は表 7-2 の通り設定した。Mater-Bi ともみ殻の混合率は 30%とした。機能単位をルアー1 kg として設定していることから、Mater-Bi は 0.7 kg、もみ殻は 0.3 kgとなる。

表 7-2 ルアー1 kg における ABS 樹脂及び Mater-Bi・もみ殻の使用量

シナリオ	材質	量	単位
ベースシナリオ (①～③)	ABS 樹脂	1	kg
評価対象製品 (④、⑤)	Mater-Bi	0.7	kg
	もみ殻	0.3	kg

2) 加工

樹脂を原料としてルアーを製造するために、熱を加えて成形する必要がある。成形に必要な熱量について、以下の式(7-1)をもとに算定した。なお、熱は電気によって供給とした。計算に使用した値を表 3 に、計算結果を表 4 に示す。なお、 i は材質 (ABS 樹脂、Mater-Bi、もみ殻) を示し、室温 (T_r) は 25℃とした。

$$W_i = (T_{C,i} - T_r) C_i \quad (7-1)$$

表 7-3 計算に使用したパラメータ値

	単位	ABS	Mater-Bi	もみ殻
$T_{C,i}$ 成形温度	[℃]	225 [3]	190 [4]	190 ^{*1}
C_i 比熱	[kJ/kg °C]	1.525 [5]	1.8 [4]	1.25 [6] ^{*2}

*1 Mater-Bi と同一とした

*2 木のデータを使用した

表 7-4 加工に必要な消費電力 W_i の計算結果 (1 kWh = 3,600 kJ)

プロセス	インベントリ	量	単位	出典
加工	電力 (ABS 樹脂加工用)	0.0847	kWh/kg	式(1)
	電力 (ABS 樹脂加工用)	0.0749	kWh/kg	式(1)

b) 廃棄・リサイクル段階

使用済みルアーを回収し、発電焼却又はマテリアルリサイクルを行う場合と、使用済みルアーが回収されず、海底・湖底等に根掛りしたままになる海洋流出について評価した。使用済みルアーの回収方法が確立されていないことから、回収に必要なエネルギーについては算定範囲外とした。また、使用済みルアーの回収場所と焼却施設、リサイクル施設の位置関係の設定が難しいことから、施設間の輸送も算定対象外とした。

処理・リサイクル方法ごとに異なるインベントリは以下の通りとした。

1) 発電焼却

収集した情報を表 7-5 に示す。なお、1 kWh = 3.6 MJ である。

表 7-5 収集したデータ (発電焼却)

プロセス	インベントリ	量	単位	出典
焼却	電力	0.0126	kWh/kg-ルアー	[7]
	都市ガス	0.0158	MJ/kg-ルアー	[7]
	A重油	0.00273	MJ/kg-ルアー	[7]
副産物：発電	発電効率	12.81	%	[7]
	ABS の低位発熱量	35.16	MJ/kg-ABS	[8]
	ABS の発電量	1.25	kWh/kg-ABS	[7], [8]
	Mater-Bi の低位発熱量	21.52	MJ/kg-Mater-Bi	*3
	Mater-Bi の発電量	0.766	kWh/kg-Mater-Bi	*3, [7]
	もみ殻の低位発熱量	16.5	MJ/kg-もみ殻	[9]
	もみ殻の発電量	0.587	kWh/kg-もみ殻	[7], [9]
	Mater-Bi (70%) + もみ殻 (30%) の発電量	0.712	kWh/kg	*3, [7], [9]

*3 : 元素組成をもとに Dulong の式[10]から計算した。

2) マテリアルリサイクル

収集した情報を表 7-6 に示す。

表 7-6 収集したデータ（マテリアルリサイクル）

プロセス	インベントリ	量	単位	出典
再生樹脂製造	電力	0.214	kWh/kg	[7]

3) 海洋流出

ABS 樹脂は海洋流出後、分解されずに蓄積するものとし、温室効果ガスが発生しないとしました。Mater-Bi については、海洋流出後、生分解されて温室効果ガスが発生するとした。その際、Mater-Bi 中の炭素はすべて二酸化炭素として排出されるとした。

7.3 環境影響評価

7.3.1 累積製造原単位

環境影響評価を行うために各プロセスの GHG 排出量原単位を収集した（表 7-7）。なお、Mater-Bi の焼却及び生分解に伴う GHG 排出量は元素組成をもとに算定した（*4）。もみ殻による炭素吸収及び焼却に伴う排出は最終的に相殺されることから、算定対象外とした。

表 7-7 累積製造原単位

プロセス名	GHG 排出量 [kg-CO ₂ eq]	単位	出典
ABS 製造	3.277	/kg-ABS	[11]
Mater-Bi 製造(植物栽培による炭素吸収を除く)	2	/kg-Mater-Bi	[12]
Mater-Bi 製造による炭素吸収	-1.07	/kg-Mater-Bi	[12]
もみ殻製造	0	/kg-もみ殻	廃棄物のため
ABS 焼却	3.12	/kg-ABS	[13]
Mater-Bi 焼却・生分解	2.12	/kg-Mater-Bi	*4
電力	0.452	/kWh	[14]
都市ガス（中圧供給）	2.19	/m ³	[15]
	0.0487	/MJ	*5, [15]
A 重油の燃焼	2.71	/L	[16]
	0.0693	/MJ	*6, [16]

*5 45 MJ/m³ を使用した[15]。

*6 39.1 GJ/kL を使用した[16]。

7.3.2 LCIA 結果

LCIA 結果を図 7-4 及び表 7-8 に示す。総 GHG 排出量は小さい順に、発電焼却 (Mater-Bi)、海洋流出・生分解 (Mater-Bi)、海洋流出・蓄積 (ABS)、マテリアルリサイクル (ABS)、発電焼却 (ABS) となった。いずれの処理方法においても、ABS 製ルアーと比べ Mater-Bi+もみ殻製ルアーは、総 GHG 排出量及びエネルギー起源 GHG 排出量ともに下回った。

プロセス別の GHG 排出は、新規樹脂製造が最も大きく、次いで樹脂焼却・生分解という結果となった。

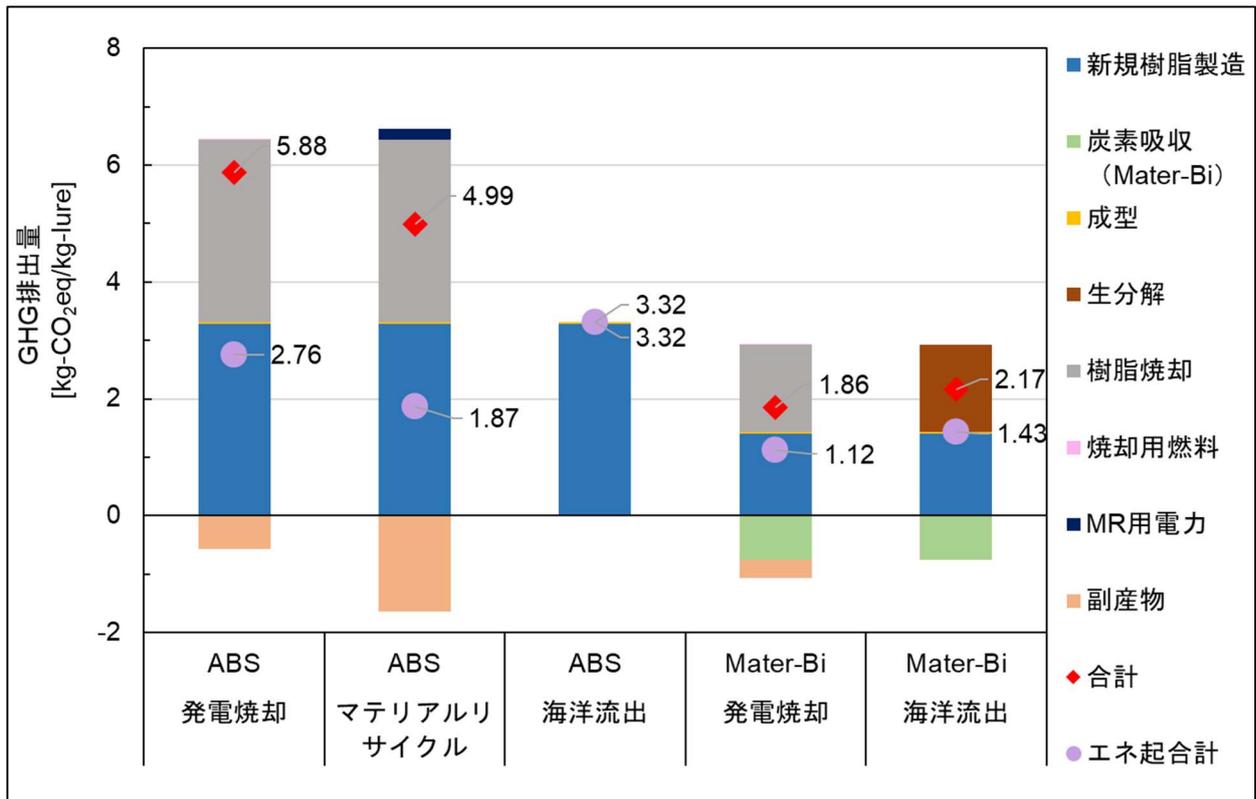


図 7-8 LCIA 結果

表 7-8 LCIA 結果 (単位 : kg-CO₂eq/kg-ルアー)

プロセス		ABS	ABS	ABS	Mater-Bi	Mater-Bi
		発電焼却	マテリアル リサイクル	海洋流出	発電焼却	海洋流出
工ネ起	新規樹脂製造	3.277	3.277	3.277	1.400	1.400
非工ネ起	炭素吸収 (Mater-Bi)	0.000	0.000	0.000	-0.749	-0.749
工ネ起	成型	0.038	0.038	0.038	0.034	0.034
非工ネ起	生分解	0.000	0.000	0.000	0.000	1.486
非工ネ起	樹脂焼却	3.120	3.120	0.000	1.486	0.000
工ネ起	焼却用燃料	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000
工ネ起	MR 用電力	0.000	0.190	0.000	0.000	0.000
工ネ起	副産物	-0.565	-1.639	0.000	-0.322	0.000
合計		5.876	4.986	3.315	1.856	2.171
工ネ起合計		2.756	1.866	3.315	1.119	1.434

7.4 解釈・結論

上記の結果より、ルアーの材質を ABS 樹脂から Mater-Bi+もみ殻に代替することで、GHG 排出量を削減できることが分かった。この削減に大きく寄与するのは、樹脂製造・廃棄（焼却）時の GHG 排出削減によるものであった。

処理方法別に GHG 排出量を比べると、小さい順に、発電焼却（Mater-Bi）、海洋流出・生分解（Mater-Bi）、海洋流出・蓄積（ABS）、マテリアルリサイクル（ABS）、発電焼却（ABS）という結果となった。素材を ABS 樹脂から Mater-Bi に代替することで、樹脂製造・廃棄（焼却）時の GHG 排出量を削減できるほか、発電焼却をおこなうことで、樹脂が持つエネルギーを電力として活用することができる。一方、ABS 樹脂の中では海洋流出・蓄積が GHG 排出量最小となったが、生態系への影響など、GHG 排出量以外の環境問題にも注意する必要がある。

7.5 課題と不確実性

7.5.1 加工データの取得

樹脂からルアーの製造工程について、現在は文献値を使用して計算していることから、実際のフォアグラウンドデータの取得方法を検討する。

7.5.2 コンパウンド割合

Mater-Bi 70%、もみ殻 30%の混合と想定したが、実際の混合比率に基づいた計算を行うことが望ましい。

7.5.3 可塑剤・塗料

ルアーの製造にあたっては、可塑剤を混練したり、塗料で色付けしたりと、樹脂以外のものを使用することから、これらの算定方法について検討する。

8 まとめと今後の課題

8.1 ソフトルアー

R4 年度で試作した原料をベースに、ルアー成型を試みる。どの程度の柔軟性、強靱性が出せるのか、ルアーとしての規格値にあわせて評価を行う必要あり。ルアーメーカーに依頼し、試作成型、物性評価を行う。

8.2 ハードルアー

R4 年度で試作した原料をベースに、ルアー成型を試みる。どの程度の強度、物性が出せるのか、ルアーとしての規格値にあわせて評価を行う必要あり。ルアーメーカーに依頼し、試作成型、物性評価を行う。ハードルアーに塗布する生分解塗料も継続して調査・研究する。

9 引用文献

[1] J. Nakatani, "Life Cycle Inventory Analysis of Recycling: Mathematical and Graphical Frameworks," *Sustainability 2014, Vol. 6, Pages 6158-6169*, vol. 6, no. 9, pp. 6158–6169, Sep. 2014, doi: 10.3390/SU6096158.

[2] S. Sforzini, L. Oliveri, S. Chinaglia, and A. Viarengo, "Application of biotests for the determination of soil ecotoxicity after exposure to biodegradable plastics," *Front Environ Sci*, vol. 4, no. OCT, p. 68, Oct. 2016, doi: 10.3389/FENVS.2016.00068/BIBTEX.

[3] TORAY INDUSTRIES INC., "成形条件 | ABS樹脂トヨラック™." https://www.plastics.toray/ja/technical/toyolac/tec_001.html (accessed Jan. 24, 2023).

[4] Material Data Center, "Datasheet Mater-Bi EF05S." <https://www.materialdatacenter.com/ms/en/Mater-Bi/Novamont+SpA/Mater-Bi+EF05S/18b355bc/1784> (accessed Jan. 23, 2023).

[5] 八光電機, "非金属固体の性質." <https://www.hakko.co.jp/qa/qakit/html/h01010.htm> (accessed Jan. 23, 2023).

[6] 大阪教育大学, "比熱." <https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~masako/exp/netuworld/syoutai/hinetu2.html> (accessed Jan. 23, 2023).

[7] 海洋プラスチック問題対応協議会 (JaIME), "プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA)," 2019. Accessed: Dec. 26, 2022. [Online]. Available: https://www.nikkakyo.org/system/files/JaIME%20LCA%20report_0.pdf

[8] O. Norazli, B. N E A, Y. M N M, and M. S. Lariyah, "Determination of Physical and Chemical Characteristics of Electronic Plastic Waste (Ep-Waste) Resin Using Proximate and Ultimate Analysis Method," *ICCBT*, vol. 16, pp. 169–180, 2008, Accessed: Jan. 23, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/242594992_Determination_of_Physical_and_Chemical_Characteristics_of_Electronic_Plastic_Waste_Ep-Waste_Resin_Using_Proximate_and_Ultimate_Analysis_Method

[9] Mohamed Khaled Saleh Nofal and Osayed Sayed Mohamed Abu-Elyazeed, "On Emissions and Limitations of using different Mixtures of RDF and Biomass as

Alternative of Coal -Case Study: Cement Clinker Factory,” 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.34512.66568.

[10]土木学会環境工学委員会 and 環境工学に関わる出版準備小委員会, 環境工学公式・モデル・数値集. 土木学会, 2004.

[11]D. Moon, M. Sagisaka, K. Tahara, and K. Tsukahara, “Progress towards Sustainable Production: Environmental, Economic, and Social Assessments of the Cellulose Nanofiber Production Process,” *Sustainability 2017, Vol. 9, Page 2368*, vol. 9, no. 12, p. 2368, Dec. 2017, doi: 10.3390/SU9122368.

[12]“Environmental Product Declaration.” [Online]. Available: www.environdec.com

[13]ミヅシマ工業株式会社, “再生材使用によるリサイクルベンチの二酸化炭素削減の取り組み.” <https://www.mizushima21.co.jp/info/info10/info10.htm> (accessed Jan. 24, 2023).

[14]東京電力ホールディングス株式会社, “CO₂ 排出量・排出原単位と販売電力量 | 数表でみる東京電力 | 東京電力ホールディングス株式会社.” <https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/environment/emissions-co2-j.html> (accessed Jan. 24, 2023).

[15]東京ガスネットワーク, “東京ガスネットワーク : 都市ガスの種類・熱量・圧力・成分.” <https://www.tokyo-gas.co.jp/network/gas/shurui/index.html> (accessed Jan. 24, 2023).

[16]環境省, “算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧.” https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf (accessed Jan. 24, 2023).

[17]疑似餌の国内出荷規模・予測 (出典 : (一社) 日本釣用品工業会データ)

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。