

令和5年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業
(うち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業)
(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)

成果報告書

令和6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	- 16 -
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	- 17 -
2.1	コンパウンドの開発の概要	- 17 -
2.2	コンパウンドに使用した材料及び使用設備	- 18 -
2.3	コンパウンドの技術の確立	- 29 -
2.4	最適な可塑剤の選定、配合比率の特定とバイオマス粉の配合比率の特定	- 36 -
2.5	最適な可塑剤の選定、配合割合の特定及び混練技術の確立の試験の結果	- 44 -
2.6	ルアー用のコンパウンド開発の今後の課題	- 44 -
2.7	開発されたコンパウンドの特性が活かされる用途の検討	- 45 -
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	- 47 -
3.1	ハードルアー向け塗料	- 47 -
3.2	ソフトルアー向け塗料	- 49 -
3.3	ルアー向け配合物（ラメ）	- 50 -
3.4	ルアー接着方法 - 生分解性粘着剤	- 51 -
3.5	ルアー接着方法 - 溶着	- 53 -
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	- 59 -
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	- 59 -
4.2	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②	- 71 -
4.3	海水・淡水中での生態毒性試験の実施・評価	- 77 -
4.4	実地海洋生分解試験	- 83 -
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	- 124 -
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	- 125 -
6.1	普及啓発活動の実施	- 125 -
6.2	2023年度普及啓発活動委員会活動日程表	- 130 -
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	- 139 -
7.1	目的及び調査範囲の設定	- 139 -
7.2	インベントリ分析	- 144 -
7.3	環境影響評価	- 147 -

7.4	解釈・結論	- 150 -
7.5	課題と不確実性	- 150 -
8	引用文献	- 151 -

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。



写真 1-1

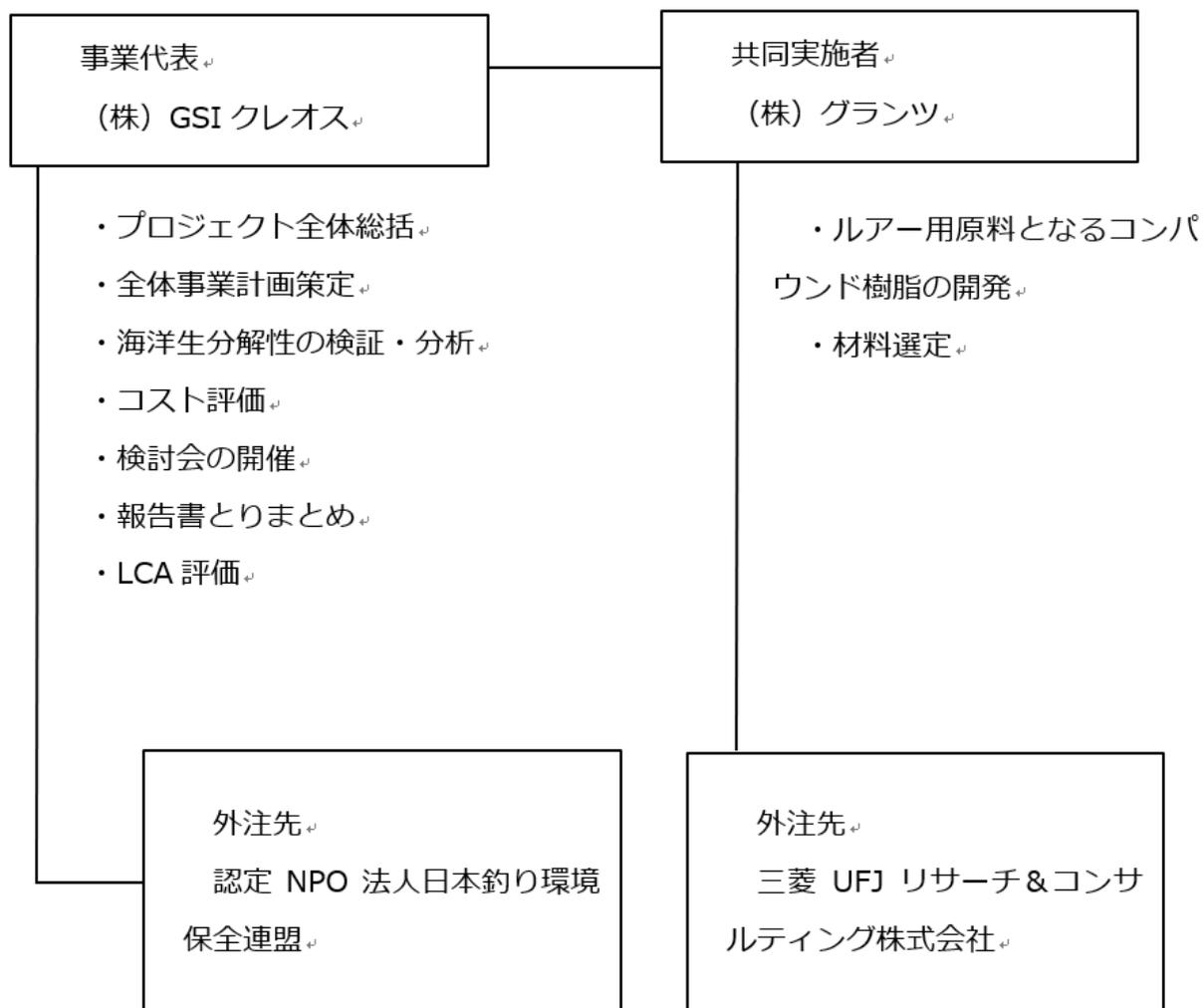


写真 1-2

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

令和4年度に引き続き、令和5年度も海水・淡水中での生分解性を有するルアーに開発において、ソフトルアー用、ハードルアー用の材料の開発と混練技術の確立を行った。

主材料とする 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。

その Mater-Bi に、ソフトルアー用として適した柔軟性を実現するための可塑剤及び素材価格の低減、生分解性の更なる向上、バイオマス割合の増加のためにバイオマス粉を混練して素材開発を行い、混練技術を高めるための混練試験を繰り返した（図 2-1）。

またソフトルアー用素材としては十分に柔軟性を高めることが必要であり、最適な可塑剤の選定とその配合比率の特定を行った。ハードルアー用素材としては十分な強度を実現するためにバイオマス粉を 20%以上混練する技術の確立を行った。

ルアー向けに開発した材料は、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、射出成型機によるテストを行い、射出成型が十分に可能な素材であることを実証した。

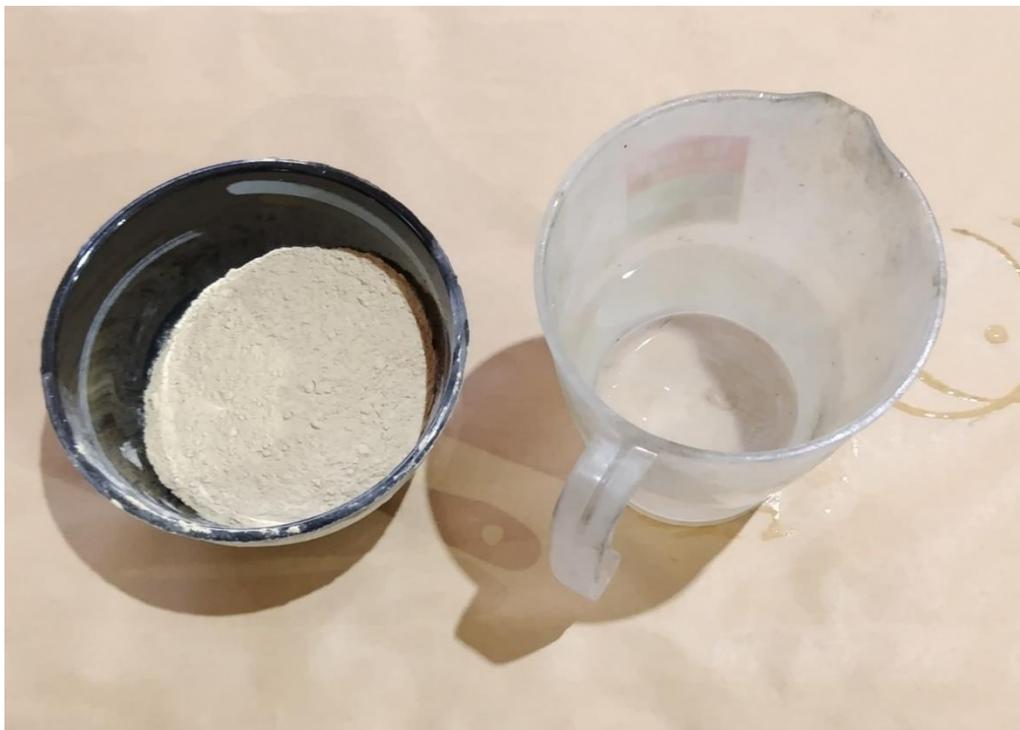


写真 2-1-1

2.2 コンパウンドに使用した材料及び使用設備

海水・淡水での生分解性を有するルアーの開発に使用した主材料及び設備は以下の通り。

(1) 主な使用材料

- ① 主材料 イタリア・Novamont 社の生分解性樹脂 Mater-Bi (写真 2-2) 4 種類
- ② 副資材 バイオマス粉 (微粉碎加工されたもの)
- ③ 可塑剤 5 種類

令和 4 年度に主材料は可塑剤、バイオマス粉の混練状況等を検証し、4 種類の中から Mater-Bi①が最も適していると特定した。可塑剤も混練状況、物性試験の結果、ブリードアウト性、相溶性を検証し、可塑剤 A, 可塑剤 B の 2 種類に絞った。

この主材料、可塑剤を中心にさらに混練試験を繰返し、最適な可塑剤の選定、配合を検証した。

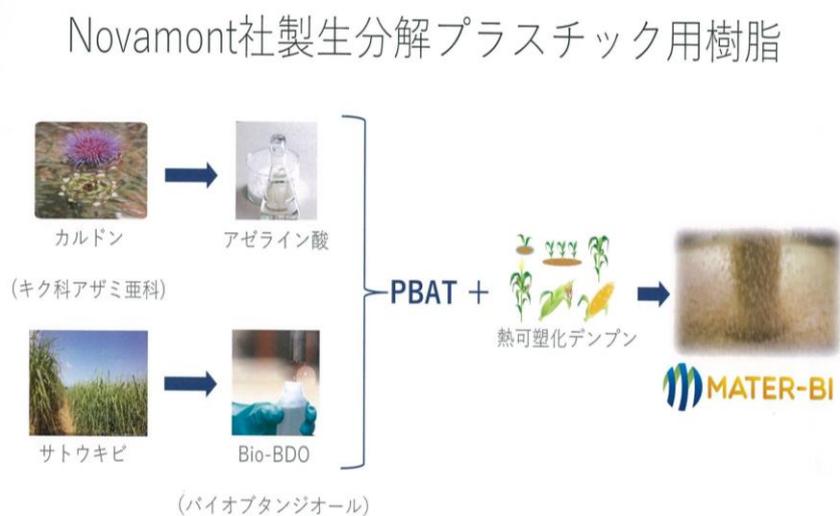


写真 2-2-1 Novamont 社製生分解性樹脂 Mater-Bi

(2) 使用設備 (表 2-1)

	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

表 2-2-1 混練に使用した機械設備

① 本体

1) 2軸押出機

液体である可塑剤、微粉体であるバイオマス粉を主材料である Mater-Bi に本体設備である押出混練機で確実に安定して混練する必要がある。押出機は機内でシリンダー内のスクリーによって混練する。一般的にはスクリーが1本の単軸押出機が広く普及しているが、より強力に混練できる2本のスクリーを装備した2軸押出機（写真 2-3）を使用した。また、わずかにシリカを含むバイオマス粉を混練するため、シリンダー、スクリーとも耐摩耗仕様で行った。

2) サイドホットカッター

押出機で押出された樹脂をペレット形状（米粒のような形状）にするためにはカッターによるカッティングを行う。このカッティングには、一般的にはうどん状の形状で押出されてくる「ストランド」をカッティングの前に水槽で冷却するストランドカット方式が一般的であるが、嫌水性のバイオマス粉を混練するため、押出されてきた樹脂を直接カッティングし、カッティングの前に水による冷却が必要のないサイドホットカッター（写真 2-4）を使用した。

②付帯設備

1) 真空ポンプ

付帯設備として加水分解から分解が始まる生分解樹脂を使用するため、押出機本体の中で混練しながら吸湿（排湿）する真空ポンプ（写真 2-5）を併用した。

2) 材料供給フィーダー、サイドフィーダー、液展ポンプ

樹脂とバイオマス粉、及び樹脂と可塑剤を定量ずつ安定して押出機に供給できる材料供給フィーダー（写真 2-6）と、混練の途中で材料や副資材を定量ずつ供給できるサイドフィーダー（写真 2-7）と液展ポンプ（写真 2-8）を使用した。

3) ペレット輸送装置

カッティングされたペレットを冷却しながら材料を一時保管するストックタンクに輸送する装置として、冷却に水を必要としない空冷のペレット輸送装置を使用した。

③ 混練技術確立のための機械設備と運転方法の改良

1) スクリューの構成の改良

2軸押出機のスクリューは、複数の種類の形状をしたピース(図 2-2-2)で構成されており、そのピースの組合せを構成を変えることにより、混練の強度や吐出量も変えることができる。このため、組合せを変えて繰り返し混練試験を行うことにより、最適と思われる構成を見出した。

2) 冷却設備と回転刃数の検討

前述のとおり、カッティングにはサイドホットカッターを使用するにあたり、当初の課題はカッティングした材料をペレット輸送装置に送り込む前にペレット相互の互着がおきる現象であった。同時に Mater-Bi は瞬間的な冷却には適さず、かつべた付きがある特性を持つことが分かり、以下の方法で設備をさらに改良して互着を防いだ。

- ・設備改良によるサイドホットカッター内部での一時冷却(写真 2-4-2)。
- ・押し出された樹脂のべたつきを抑えるためのバイオマス粉のふりかけ。
- ・サイドカッターの回転刃の4枚から2枚に減らし、さらに回転数調整(写真 2-4-3)。

3) 吸湿(排出)の向上と安定

樹脂内の水分を抜くために真空ポンプで吸湿(排湿)を行うが、2か所ある排出口の制御弁(写真 2-5-2)を調整しながら混練試験を繰り返し、より安定したペレット形状ができるようになった。

4) 供給位置の再検討

バイオマス粉を供給する位置は、当初は1箇所のみから行ったが、スクリュウのピース構成を変えたことにより、供給位置を再検討し、重量フィーダーとサイドスクリュウそれぞれからの供給量を検討し、より安定したペレットの製造が可能になった。

5) ペレット形状の安定

空冷された後のペレットについては、過大なもの、過小なものが混在すると射出成型時に不安定になる可能性がある。このためペレットの大きさを一定に整えるためペレット輸送装置で空冷した後、選別機(写真 2-9-1)によって選別する必要があり、その選別用のスクリーン(写真 2-9-2)を1枚追加して3段として、ペレット形状の安定化を図った。



写真 2-3-1 2軸押出機



写真 2-3-2 2軸押出機のスクリー



写真 2-4-1 サイドホットカッター



写真 2-4-2 サイドホットカッター内のミストによる冷却装置



写真 2-4-3 サイドホットカッター内の回転刃



写真 2-5-1 真空ポンプ



写真 2-5-2 真空ポンプの調整弁



写真 2-6 材料供給フィーダー（重量フィーダー）



写真 2-7 材料供給フィーダー (サイドフィーダー)



写真 2-8 液添ポンプ



写真 2-9-1 ペレット選別機



写真 2-9-2 ペレット選別機のスクリーン

2.3 コンパウンドの技術の確立

(1) 機械運転条件の見直し

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ため、もっとも安定した混練が出来るよう各部位の温度、スクリー回転数、各フィーダー供給量、カッター回転速度などの機械の運転条件を繰り返し試した。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から確認するとともに、吐出口からの色焼け、粘度を確認しながら、色焼けを改善した。

(2) 可塑剤、バイオマス粉の混練技術の確立

①可塑剤の混練

1) 可塑剤の安定した供給

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ために液添ポンプを使用した。当初は一定割合で押出機に供給することはできたが、加圧弁(写真 2-10)の位置も再検討し、可塑剤の供給を安定させ、シリンダー内に溜まってしまう状況を解消した。

2) 季節要因による影響の解消

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った。季節により、可塑剤の温度が変わり、特に気温が下がると可能な添加量が低下する傾向にあった。このため、可塑剤を一定の温度に温めるウォーターバス(写真 2-11)を使用し、季節要因による変化を改善した。

3) 互着の防止

一方で、可塑剤を十分に添加することによる課題が新たに浮かびあがった。使用しているサイドカット方式は、混練された材料が押出機から押し出された直後にカッティングするが、機械設備の改良し追加したことによって混練される可塑剤の量が増えて柔軟性と可塑剤によるべた付きが増し、ペレット輸送装置に送り込む前にペレットが互着してしまう点である。混練試験を繰り返しても、状況は改善できず、可塑剤の 10 重量部（重量比で材料：可塑剤＝10：1）の混練が限界であり、混練試験を繰り返しても 20 重量部(重量比で材料：可塑剤＝10：2)の混練はできなくなった。

このため、量産体制も検討する目的もあり、量産試作が可能で、その外注を予定していた協力会社に混練試験を依頼した。協力会社ではサイドホットカッターではなく、ストランドカット方式での混練試験が可能のため、液展ポンプを貸与して、ストランドカット方式で実施した（写真 2-12）。

結果として 20 重量部の混練でのカッティングは可能であったが、可塑剤がシリンダー内に滞留したため 1 度の混練（1 パス）では 20 重量部を混練できず、10 重量部ずつの混練を 2 度行い（2 パス）、20 重量部の混練が可能になった。また柔軟性もサイドカッターでの 10 重量部混練時に比べて向上した。

4) 前工程を加えた混練

2 パスでの可塑剤の混練ではなく、1 パスでの 20 重量部を可能にするため、前工程を行う方法を考案し、技術指導を受けている名古屋工業大学大学院の永田先生と他の研究機関の助言を踏まえ、協力会社で再度混練試験を行った。前工程を加えた結果、1 パスでの 20 重量部混練が可能になり、柔軟性も向上した（写真 2-13）。

5) 射出成型が可能であること実証

ルアー用金型を使用して、射出成型機で成型テストを実施、射出成型が十分に可能であることを確認した（写真 2-14、写真 2-14-2）。

6) 量産体制の検討

協力会社のストランドカット方式で、1 パスでの 20 重量部混練が可能になったことで、同じ工程で量産時への対応が可能になった。



写真 2-10 液添加用の加圧弁



写真 2-11 液添加用のウォーターバス



写真 2-12 協力会社の押出機（ストランドカット方式）



写真 2-13 ストランドカットで製造した 20 重量部を液添加したペレット



写真 2-14-1 射出成型のテスト



写真 2-14-2 射出成型機で成型した模擬ルアー

②バイオマス粉の混練

1) 定量供給

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だった。当初は 2 基の重量フィーダーにより、材料と同じ位置からの投入で混練試験を行ったが、時折バイオマス粉だけが投入口にあふれることがあった。このため、スクリューのピースの組合せを変え、投入口近くでは混練が弱い反面、バイオマス粉がスクリューに食い込みやすい構成に変えて対応した。

2) 混練の強度向上

スクリュー構成を変えたことによって、バイオマス粉の混練が十分に行えない可能性が出てきた。それを解消するために、バイオマス粉の半分を混練途中で再度フィーダーから投入することにした。その投入部付近はスクリューのピースを強力に混練できる構成に変えて対応し、十分に混練できるよう改善できた。

3) 発泡の除去

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という課題は、真空ポンプの排出弁の調整で解消できた。

4) 射出成型が可能であること実証

ソフトルアーと同様に、ルアー用金型を使用して射出成型機で成型テストを実施、射出成型が十分に可能であることを実証した。

5) 今後の課題 量産体制の検討

可塑剤の混練試験を行った協力工場では、スクリューのピース形状が十分に揃っていないため、バイオマス粉が十分に混練できず、投入部分にバイオマス粉のみが残ってしまった。ピースの組合せを変えても状況は変わらなかった。このため、自社の 2 軸押出機にて、最大限の吐出量を探るための混練試験を実施した（写真 2-15）。結果としては、25%程度の吐出量増加が見込めることになったが、今後も繰り返し吐出量の向上を目指す必要がある。



写真 2-15 混練試作 MB

② 混練技術の確立の成果

可塑剤の混練及びバイオマス粉の混練については、「①可塑剤の混練」、「②バイオマス粉の混練」の内容に加え、機械設備と運転方法の改良によって、大きく飛躍した。

可塑剤の使用等によるソフトルアー用としてのさらなる柔軟性の付与は、今後も検討課題となるが、バイオマス粉の 20%以上の混練に関しては、技術の確立ができた。

2-4 最適な可塑剤の選定、配合比率の特定とバイオマス粉の配合比率の特定

(1) 最適な可塑剤の選定、配合比率の特定

① 選定・特定方法

Mater-Bi①を主材料として、ソフトルアー用に最も適した可塑剤の選定、配合比率の特定を行うため、当初は5種類の可塑剤を混練試験で検証した。

検証方法は以下の通り。

- 1) 混練試験時の混練状況、カッティング状況
- 2) 機械物性等の試験により、可塑性の特性の検証
- 3) 混練したシートでのブリードアウト状況
- 4) 材料と可塑剤の含侵試験により相溶性の検証

令和4年度には、5種類の可塑剤を2種類に絞った。令和5年度も混練試験を繰返し、機械物性等の試験結果と含侵試験による相溶性の確認で検証を続けた。

ア) 機械物性

物性試験に関しては、当初に Mater-Bi①単体で物性試験を行った結果を基礎数値として、可塑剤A、可塑剤Bを混練した後に作製した試験片で物性検査を行い、試験結果を比較し、柔軟化を確認した。

比較した種類は以下の通り。

- ・ Mater-Bi①単体（基礎数値）
- ・ Mater-Bi①に可塑剤A、可塑剤Bを10重量部混練（サイドホットカッターによる）
- ・ Mater-Bi①に可塑剤A、可塑剤Bを20重量部混練（ストランドカット方式で10重量部ずつ2回に分けて混練する2パス）
- ・ Mater-Bi①に前工程を行い、可塑剤A、可塑剤Bを20重量部混練（ストランドカット方式で20重量部を1回で混練）

使用した試験片（写真2-16）とその物性試験の結果の一例は以下のとおり（表2-2）。



写真 2-16 Mater-Bi①に可塑剤を 20 重量部混練した試験片

		EF04P	材料① + 可塑剤A 10重量部	材料① + 可塑剤B 10重量部	EF04 可塑剤A 20重量部部 2パス	EF04 可塑剤B 20重量部部 2パス	EF04+可塑剤A 20重量部 1パス
比重	g/cm ³	1.272	1.294	1.298	1.242	1.246	
MFR	g/10min	4.49	6.61	3.8	55.92	43.26	
Charpy	kJ/m ²	37.985	31.88	26.022	23.6	24.0	N.B
曲げ強度	Mpa	5.8301	3.5379	3.6537	3.23	3.34	N.A
曲げ弾性	Mpa	90.184	45.476	46.824	36.95	41.57	N.A
引張強度	Mpa	16.985	10.282	12.354	4.49	9.68	3.5
引張弾性	Mpa	38.155	66.198	66.2	43.8	46.1	34.6
破断点伸度	Mpa	7.7231	376	294.0	424.1	396.6	N.A
備考							

表 2-2 Mater-Bi①に可塑剤を混練した物性試験等の結果の一例

イ) 含侵試験

含侵試験は試験片を可塑剤 A、可塑剤 B に 3 カ月間浸し、当初の試験片にどの程度含侵したかを重量を測定して相溶性を比較した。

なお、Mater-Bi①だけではなく、その正当性を測るため、Mater-Bi②も同様に試験した。検体は日辺り等置く場所により結果に差が出る可能性があるため、すべてにカバーをかけ、条件を均一にした。

その試験状況（写真 2-17）と試験結果（表 2-3）は以下の通り。



写真 2-17 含侵試験の状況

可塑剂 材料	可塑剂A			可塑剂B				
		重量 g	重量 g	增加率 %		重量 g	重量 g	增加率 %
Mater-Bi①		12.000	13.922	16.017		12.000	13.766	14.717
		12.000	13.933	16.108		12.000	13.766	14.717
		12.000	13.924	16.033		12.000	13.760	14.667
	Av	12.000	13.926	16.053	Av	12.000	13.764	14.700
比較材料 Mater-Bi②		12.000	13.765	14.708		12.000	13.684	14.033
		12.000	13.732	14.433		12.000	13.688	14.067
		12.000	13.744	14.533		12.000	13.688	14.067
	Av	12.000	13.747	14.558	Av	12.000	13.687	14.056

表 2-3 含侵試験の結果

② 検証の結果

物性試験の結果から、Mater-bi①に柔軟性を最も付与できる可塑剤は、可塑剤 B より可塑剤 A であることが分かった。

また、含侵試験の結果から相溶性も可塑剤 A が可塑剤 B に優っていることが分かった。

この結果から、ソフトルアーに最適な可塑剤は可塑剤 A であると特定した。

なお、混練の配合比率に関しては、現状では最大 20 重量部が限界である。10 重量部、20 重量部の 2 パスと比較すると、柔軟性に差があるため、今後は求められる柔軟性によって、配合比率別のグレード展開につなげられる可能性も見いだせた。

(2) 最適なバイオマス粉の配合比率の特定

① 特定方法

Mater-Bi①を主材料として、ハードルアー用に最も適したバイオマス粉の配合比率の特定を行うため、可塑剤を混練試験で検証した。

検証方法は以下の通り

。

- 1) 混練試験時の混練状況、カッティング状況
- 2) 機械物性等の試験による強度の検証
- 3) 射出成型によるでのテスト成型での検証

物性試験に関しては、当初に Mater-Bi①単体で物性試験を行った結果を基礎数値として、バイオマス粉を混練して試験片を作製し、その物性試験の結果を比較した。

比較した種類は、以下の通り。

- ・ Mater-Bi①単体（基礎数値）
- ・ Mater-Bi①にバイオマス粉を 20%混練。
- ・ Mater-Bi①にバイオマス粉を 30%混練。
- ・ Mater-Bi①にバイオマス粉を 40%混練。

使用した試験片（写真 2-18）とその物性試験の結果の一例は以下のとおり（表 2-4）。



写真 2-18 Mater-Bi①にバイオマス粉を 40%混錬した試験片

		材料①	材料①：粉殻 = 8 : 2	材料①：粉殻 = 7 : 3	材料①：粉殻 = 6 : 4
比重	g/cm ³	1.272	1.309	1.417	1.417
MFR	g/10min	4.49	3.08	2.12	N.A
Charpy	kJ/m ²	37.985	NB	8.22	2.52
曲げ強度	Mpa	5.8301	8.774	13.6	18.54
曲げ弾性	Mpa	90.184	121.98	391.1	451.29
引張強度	Mpa	16.985	N.A	10.4	8.65
引張弾性	Mpa	38.155	155.95	121.5	6.54
破断点伸 度	Mpa	7.7231	11.7730	14.476	6.720
備考					

表 2-4 Mater-Bi に粉殻を混練した試験結果の一例

② 検証の結果

混練状況、カッティング状況に関しては、どの配合割合も問題なかったが、40%の配合では焦げが出て、色が黒に近くなった。

物性試験の過程では、40%の配合は物性値に毎回かなり差があり、均一に混練されているのか疑問が残った。

射出成型での成型テストは、条件を変えてどの配合も成型はできたが、成型後 40%の配合した成型品は、力を加えると簡単に折れてしまった（写真 2-19）。バイオマス粉を覆うバインダーの役割をする主材料が少なすぎ、その役割が弱かったと推測される。

このため、現状では 30%の配合が上限だと判断した。

配合によっては、強度に差があるため、今後は求められる強度によって、配合比率別のグレード展開につなげられる可能性も見いだせた。



写真 2-19 一部が折れたバイオマス粉 40%配合の射出成型品

2.5 最適な可塑剤の選定、配合割合の特定及び混練技術の確立の試験の結果

ルアー用の材料の開発に向けて、Mater-Bi①に対する各可塑剤、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可塑剤 A、B を比較して柔軟性の付与などを検討し、Mater-Bi①に最適な可塑剤として、可塑剤 A を選定した。

②可塑剤の配合は、20 重量部が限界と想定される。20 重量部を最大に求められる柔軟性によって 20 重量部の 2 パス、10 重量部の配合のグレード展開が可能になった。

③バイオマス粉の混練技術の確立については 20%以上の配合は実現し、40%まで可能になったが、40%の配合は強度が不足しているため、30%を上限に 20%、10%の配合を求められる強度によってグレード展開できる。

2.6 ルアー用のコンパウンド開発の今後の課題

開発後の量産に向けての今後の課題がある。

(1)ソフトルアーの柔軟性とハードルアーの強度の担保

物性試験に関しては、グランツの測定結果の正当性を担保する必要がある、このため作製した試験片を渡し、名古屋市工業研究所に物性試験を依頼して、整合性を検証した。結果はハードルアーに関しては妥当な数値であったが、ソフトルアーでは名古屋市工業研究所の試験結果が出たが、グランツの試験結果は柔軟化が付与されたために、測定機械の能力を超えてしまい、比較できなかった。

今後も試験結果の妥当性を担保する方法を試験依頼をしながら検討する。

(2)吸湿を防ぐ保管方法

製造した材料は経時後に吸湿し、その強度に影響する可能性がある。このため、経時後に水分率試験、物性試験を行い、その変化を検証する必要がある。また保管方法に関する検討も必要である。製造した直後の材料の水分率（加熱乾燥法）は 0.1%未満だが、通常の紙袋で保管し 3 か月後に測定したら 4%を超えた。一方、ポリ袋入り紙袋（図 2-20）で保管した際は 3 か月後も 0.1%未満を維持していた。長期間、また多湿時を経た時間での水分率、物性試験を行い、保管方法の検討を行う。

2.7 開発されたコンパウンドの特性が活かされる用途の検討

可塑剤、バイオマス粉の混練によるコンパウンドの特性を生かせる用途を農業分野を始め、環境中に流出することを避けられない用途を検討している。現段階で可能性があると思われる用途は、以下の通り。

(1) 農業用分野

① 農業用マルチフィルム

農業用分野で最も普及している農業用マルチフィルムは、ポリエチレンの代替として、生分解性素材が注目されており、普及も進んでいる。

② 種苗ポット

地被植物、苗木等を育成するための育苗（種苗）ポットは、通常ポリエチレン、ポロプロピレンが使用されている。種苗ポットから地被植物等を抜き取って露地に植える際に、毛細根を傷め、その後の生育に影響を与えるため、露地に直接埋めることができる生分解性の樹脂製種苗ポットへの需要は期待が持てる。

③ 固形肥料の被膜等

緩効性固形肥料の被膜、肥料カプセル、また粉状の肥料のバインダー等は、土中に埋めて使用するため、用途としての可能性はある。

(2) その他の分野

農業用分野以外に、EU 委員会では、開放環境での使用が避けられない用途例として花火を挙げている。火薬の被膜等に生分解性が活かされる可能性があり、さらに環境用流出リスクが高いものとして、釣り具、海洋で使用される製品も挙げられているため、ブイや漁網への展開も期待できる。



写真 2-20 ポリ内袋入り紙袋と通常の紙袋

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 ハードルアー向け塗料

【背景説明】

現在、一般財団法人化学物質評価研究機構（CERI）では、ISO 19679に基づき、海洋生分解塗料の候補として生分解性インキおよび Mater-Bi A の分散液に関する試験を実施した。210 日後の生分解度を評価し、その結果を報告する。

【海洋生分解試験状況】

試験の結果、生分解性インキは 210 日後において 69%、Mater-Bi A の分散液は 43% の生分解度を示した。

【生分解性インキの成分】

生分解性インキは無機系着色剤、バイオマス由来セルロース合成樹脂、揮発性溶剤、生分解性添加剤で構成されている。黒色インキの場合、不揮発分の製品含有率の上限値で試算した結果、生分解する物質が占める割合は 72.2% であり、生分解性インキの生分解物質は $69\% \div 72.2\% = 96\%$ 分解していると考えられる。

【Mater-Bi A の分散液の成分】

Mater-Bi A の分散液は Mater-Bi A、溶剤、炭化水素、無機顔料で構成されている。製品含有率の上限値で試算した結果、生分解する物質が占める割合は 72.8% であり、Mater-Bi A の分散液の生分解物質は $43\% \div 72.8\% = 60\%$ 分解していると考えられる。

【分解試験の結果に基づく結論】

色による含有量の差があるものの、試験対象の製品成分表を元に計算した結果、海洋生分解に求める基準が早期分解であれば生分解性インキ、210 日以上 of 耐久性を求めるのであれば Mater-Bi A の分散液が最適。生分解性試験においては、理論上 100% 分解する材料でも必ずしも生分解度が 100% に達するとは限らないこと、一部微生物の体を構成するために有機物が利用される等の影響により二酸化炭素として検出されない場合があること、生物を取り扱う都合上、誤差が生じる可能性があることに留意が必要。また、生物を取り扱う都合上、±20% 程度の誤差が生じることがある。

【塗工試験】

ハードルアー向け海洋生分解塗料のテスト塗工では、下記のような試験を行った。

① 生分解性インキ

試験1：アクセルシンナーで脱脂しエアブラシで塗装するも、塗装被膜が弱く実釣ですぐに剥がれた。

試験2：アルコールで脱脂しエアブラシで塗装するも、上記同様の結果。

試験3：IPAで脱脂しエアブラシで塗装するも、上記同様の結果。

② Mater-Bi A の分散液

試験1：湯煎をしてからエアブラシにて塗装を試みるも、エアブラシ内で冷え固まってしまい塗装不可。

試験2：湯煎をしてから筆で塗装を試みるも、上記同様の結果。

【試験結果】

今回の試験は簡易的なものだったが、試験条件において、生分解性インキと Mater-Bi A の分散液がルアーとの密着性において、一般のルアーに求められる耐久性を満たしていないことが明らかになった。

【現状の考えられる解決策】

現在の解決策としては、以下の点が挙げられる。

- ・プライマー（下地処理剤）の塗工
- ・生分解性インキと Mater-Bi A の分散液の架橋性能の向上

ルアーとの密着性改善ではなく、インキおよび分散液自体の性能向上が解決策になり得る可能性がある。

【相性についての検討】

今回のルアーにおいて主原料となる PBAT は、既存のルアー業界では一般的でないため、ルアー用塗料とルアー素材（塗布面）の相性についても検討が必要。

【今後の方針】

簡易的な試験においても、ルアーとの密着性に課題が見受けられた。解決するためには、プライマーの塗工やインキ・分散液自体の性能の向上、および材料同士の相性の確認等、複数のアプローチが必要。今後も課題の明確化および解決に向け、更に検討を進めていく。

3.2 ソフトルアー向け塗料

【背景】

ソフトルアーはハードルアーと異なり、カラーマスターバッチを使用して色付けをすることが一般的である。カラーマスターバッチは、プラスチック製品の着色に使用される材料で、今回の試験で使用したマスターバッチには主原料として生分解する Mater-Bi が含まれる。

【試験方法および目的】

今回の試験では、ブラックおよびホワイトのマスターバッチを、Mater-Bi+可塑剤 A のペレット樹脂にブレンドし、射出成型でカラープレートを作成して着色の有無を確認。ブレンドにより、樹脂同士を単純に混ぜ合わせる手法で試作を行った。

【試験結果】

結果として、ブラックのマスターバッチでは、少量添加（1重量部）でもしっかりと着色されていることが確認出来た。一方、ホワイトのマスターバッチでは、ソフト用に2重量部で着色した場合、ムラが出るということが確認出来た。

1重量部（100：1＝原料：MB）

2重量部（100：2＝原料：MB）

5重量部（100：5＝原料：MB）

【解決策】

材料と可塑剤を混練する際に、Mater-Bi も一緒に混練する。これにより、均一に混合され、着色がより均質に行われることが期待出来る。

【結論および今後の展望】

本試験により、ソフト用およびハード用の材料において、ブラックのマスターバッチは着色に効果的であることが確認された。ホワイトのマスターバッチにおいてはムラが生じたが、混練時に Mater-Bi を加えることで改善が期待できる。今後も課題の明確化および解決に向け、更に検討を進めて製造プロセスの最適化を図る。

Mater-Bi + 可塑剤A

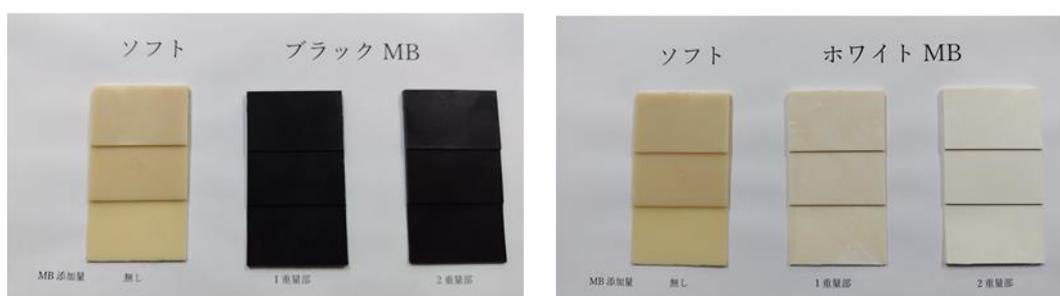


写真 3-2-1

3.3 ルアー向け配合物（ラメ）

【生分解性ラメの構成成分】

今回試験している生分解性ラメは、色にかかわらず、主成分としてセルロース加工物、アルコール、水、セラック、尿素を含有しており、これらが全製品において共通となっている。全成分の96%はこれらの成分で構成され、残りの4%は各製品の色の違いにより成分が異なる。色によっては、使用されている無機顔料の含有率が変わるが、これらの合計は4%で一定である。

【生分解性に関する情報】

生分解性に関して、水分、鉱物、無機炭素を含む物質は炭素を含まない無機物であるため、生分解度には反映されない。試験結果に反映されない物質が全体の内10%存在する。したがって、試験においてこれらの成分が全て良好に分解された場合の上限値は、合計の90%。

【生分解度の評価】

現状の生分解度は73%であり、この結果からラメは生分解可能な物質の内、 $73\% \div 90\% = 81\%$ 分解していると考えられる。現時点で良好な生分解性を示している。

【結論】

今回試験を行ったラメは、現状では高い海洋生分解度を示している。水分、鉱物などの無機物に関して、どのようなルアーの認証基準を定めていくかが今後の課題。

3.4 ルアー接着方法 - 生分解性粘着剤

粘着剤メーカーが製造している、生分解ウレタン系粘着剤を用いて接着特性評価を行った。この粘着剤は、天然物由来および生分解性原料を使用し、生分解性のあるポリオールが主成分となる。また、内容物には溶剤も含まれており、使用の際に乾燥工程で溶剤を飛ばす必要がある。

【試験方法】

今回の試験では、粘着剤塗布後 100℃の乾燥炉で溶剤を飛ばし、その後接着性を確認。

【試験結果と課題】

写真 3-4-1 : 部材の反りに負けて浮きが発生し、固定できなかった。

写真 3-4-2 : 部材が硬く、反り負けはなかったものの、高い接着性は見られなかった。

接着面積が非常に小さいために接着強度が不足していると考えられる。本来、この粘着剤はコーターなどの設備を用いてシートの粘着性を上げるものであり、今回のような用途向けでは相性が悪い可能性有。

【課題と現状の解決策】

期待した接着性が得られなかったため、写真 3-4-3 の接着部分をより厚く成型することや、シート状での張り合わせや粘着シートをラッピングする等、いろいろ方法を模索して改善に取り組んでいく。



写真 3-4-1



写真 3-4-2



写真 3-4-3

3.5 ルアー接着方法 - 溶着

【背景】

生分解性接着剤以外にもルアーの接着方法を検討する中で、溶着も有望な手法の一つ。理由としては、溶着は材料同士を直接結合させる方法であり、追加の接着剤や溶剤がほとんど不要。このため、不要な物質が環境に放出される可能性が低くなる。溶着とは大まかに4つに分類される。熱溶着（熱板式溶着）、高周波や超音波で被加熱物の内部から加熱する高周波溶着、超音波溶着、そしてレーザー光の熱によって加熱するレーザー溶着が存在する。特に、ルアーの接着においては熱溶着と超音波溶着が主に使用されている。

熱溶着は、加熱した熱板を用いて樹脂を溶融させ、冷え固まるまでに加圧して接合する手法である。この方法は汎用性が高く、コストも安く、シンプルな機器での実施が可能で、強力な接合が出来るという利点がある。ただし、熱に弱い素材には向いていないことや、微細な部品への適応性が低いといったデメリットもある。

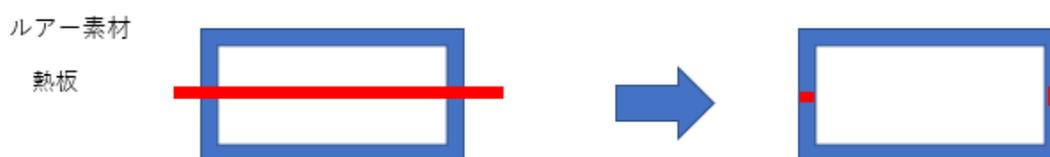


図 3-5-1

一方で、超音波溶着は周波数 20kHz 以上の超音波振動を用いて樹脂や金属を接合する手法。この手法は非熱的で、素材の変形や損傷が少なく、微細な部品や複雑な形状に適している。ただし、型をルアーごとに作成する必要があり、費用がかかる。また特定の素材にしか適さないことがあるといったデメリットもある。

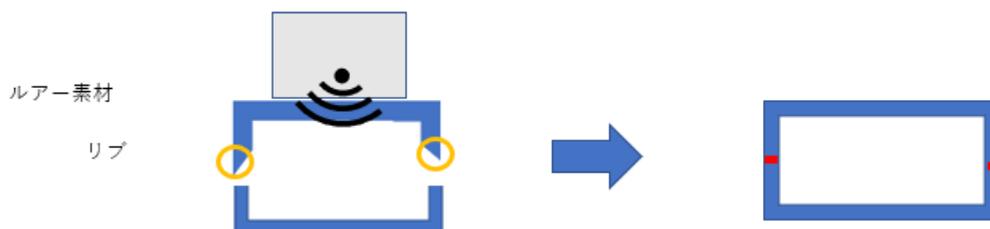


図 3-5-2

どちらの方法を選ぶかは、使用する素材や製造の要件によって変わる。熱溶着は汎用性が高く、コストが安い反面、超音波溶着は非熱的で微細な部品に適しているが、型の作成に費用がかかるといった違いがある。熱溶着の場合熱板を温めるエネルギーによる環境負荷が超音波溶着より高いこと、また熱に弱い素材での使用に不向きだったため、今回は超音波溶着での試験を行った。

【試験方法】

まず超音波カッターを使用し、仮想の溶着リブを成形した。(写真 3-5-1)

治具でワークを固定し、パラメータを設定、そして超音波溶着を開始。(写真 3-5-3)



写真 3-5-1



写真 3-5-2



写真 3-5-3

超音波溶着の溶着データは下記のとおり。

溶着データ



アプリケーション : YKo_BET0D_LureSample (111)
20.732/22, 55.504/1

#	ID	TP [mm]	t [s]	E [J]	Ppeak [W]	RPN [mm]	ABS [mm]	v [mm/s]	Pend [W]	f [Hz]	RPN+ [mm]	MCT [s]	CODE	日付	時刻
4	8568	94.05	1.412	1189	1035	0.30	94.35	0.2	776	20007	0.46	3.165	0	2023-12-11	15:57:45
3	8567	93.46	0.202	158	1125	0.30	93.77	1.5	992	20014	0.36	2.040	0	2023-12-11	15:49:31
2	8566	93.59	1.833	1620	1272	0.50	94.09	0.3	894	20009	0.61	3.611	0	2023-12-11	15:38:25
.	8565	93.31	0.279	246	1280	0.50	93.81	1.8	963	20015	0.57	2.083	0	2023-12-11	15:22:34

ユニット番号、TP トリガーポイント、t 溶着時間、E エネルギー、Ppeak =最大出力、RPN 溶着距離、ABS 絶対距離、Pend 出力終了時、f 周波数終了時、RPN+ トータル溶着距離、MCT マシンサイクルタイム、CODE エラー番号、

表 3-5-1

結果としてリブ（凸部分）を 0.5mm、セットし圧力（130N）に設定した。（写真 3-5-4）
リブ（凸部分）を 0.3mm、セットし圧力（130N）に設定した場合は超音波溶着した。
（写真 3-5-5）



写真 3-5-4



写真 3-5-5

リブ（凸部分）を 0.5mm、セットし圧力（400N）に設定した表 3-5-1 リブ（凸部分）を 0.3mm、セットし圧力（400N）に設定した場合には超音波溶着せず、基材自体が押しつぶされてしまった。（写真 3-5-6, 写真 3-5-7）



写真 3-5-6

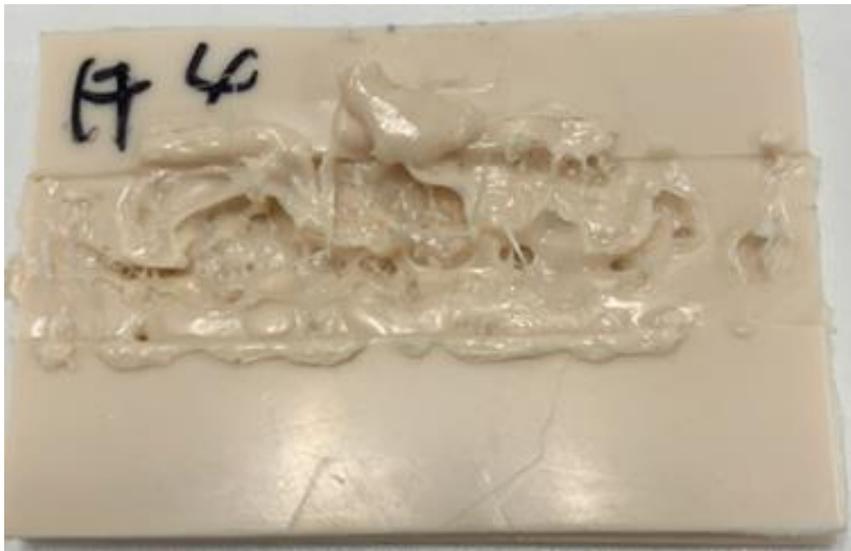


写真 3-5-7

素材としては超音波溶着可能ではあるが、ルアー形状に成型した際は条件が異なるため、成型の可否は不明。確認するためには、治具およびホーンが必要である。(写真 3-5-8, 3-5-9)



写真 3-5-8 ホーン例



写真 3-5-9 治具例

【今後の予定】

ルアーメーカーへの協力を仰ぎ、更に試作を行う。

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

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
試験方法	試験は ISO 19679: 2020 「Plastics — Determination of aerobic biodegradation of non-floating plastic materials in a seawater/sediment interface — Method by analysis of evolved carbon dioxide」に従い、天然の海水及び堆積物を用いて試料の生分解性を評価した。 ※試験方法選択理由：ルアーが海中に残置された際の環境に一番近い条件と判断したため。
植種源	東京近郊の海水及び堆積物
試験材料	以下に記載
評価試料形態	微粉末又はフィルム。外観は以下に記載
対照材料	陽性対照材料：セルロース 陰性対照材料：ポリエチレンテレフタレート（PET）
試料調製	試料「Mater-Bi 単体」「Mater-Bi 80%+ 粉殻 20%」「Mater-Bi 70%+ 粉殻 30%」「Mater-Bi+ 可塑剤 A」「Mater-Bi+ 可塑剤 B」「Mater-Bi B」及び陰性対照材料「PET」は冷凍粉碎した後、目開き 250 μ m 及び 125 μ m のふるいに通し、125~250 μ m に分級した。陽性対照材料「セルロース」は未処理で試験に用いた。 試験装置：冷凍粉碎機（日本分析工業製 JFC-2000）
試験温度	15~25 $^{\circ}$ C
評価項目	生分解度（%）
試験期間	452 日間（2022 年 9 月 29 日~2023 年 12 月 25 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	① 参照

1～6それぞれの試料の外観は下記の通りである。

1.Mater-Bi A



写真 4-1-1

2.Mater-Bi A + バイオマス粉



写真 4-1-2

3.Mater-Bi A + バイオマス粉



写真 4-1-3

4.Mater-Bi A + 可塑剂 A



写真 4-1-4

5.Mater-Bi A + 可塑剂 B



写真 4-1-5

6. Mater-Bi B



写真 4-1-6

試料及び対照材料の培養 452 日後（2022 年 9 月 29 日～2023 年 12 月 25 日）の生分解度を下記図、表に示す。

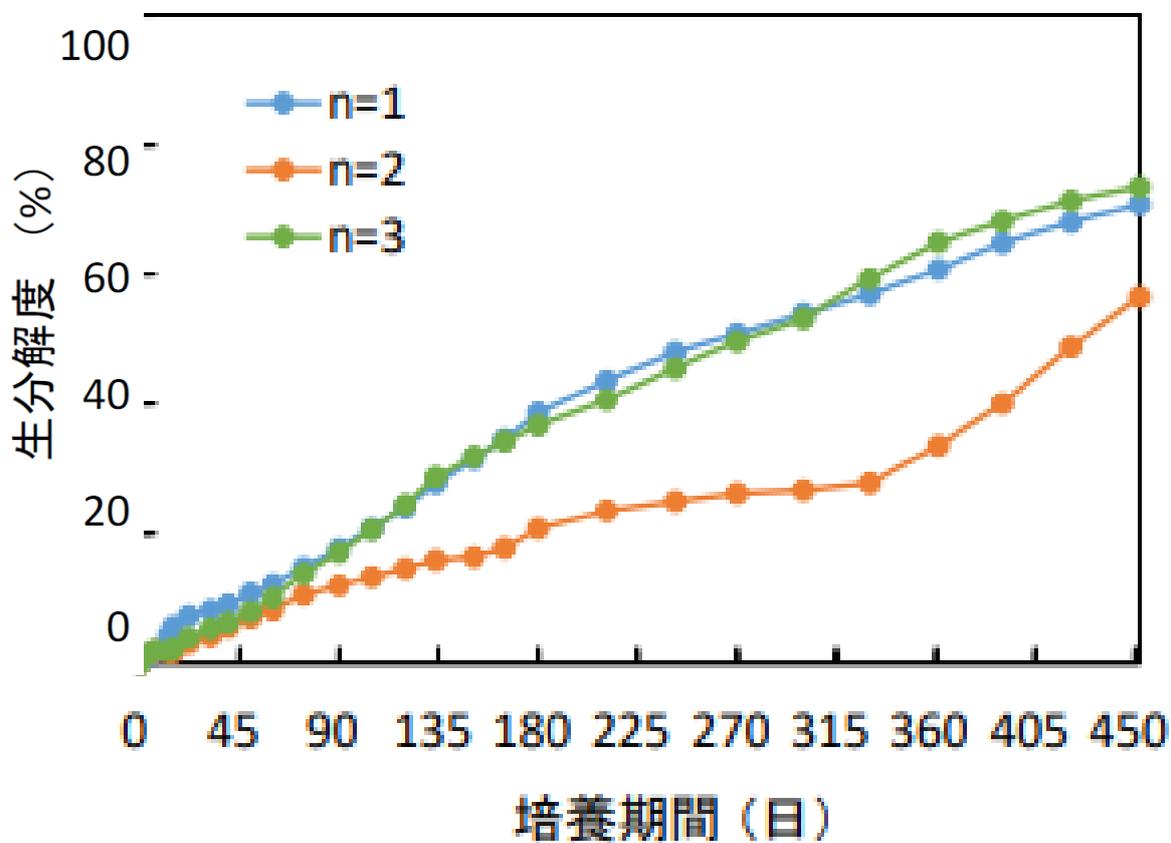


図 4-1-1 Mater-Bi A

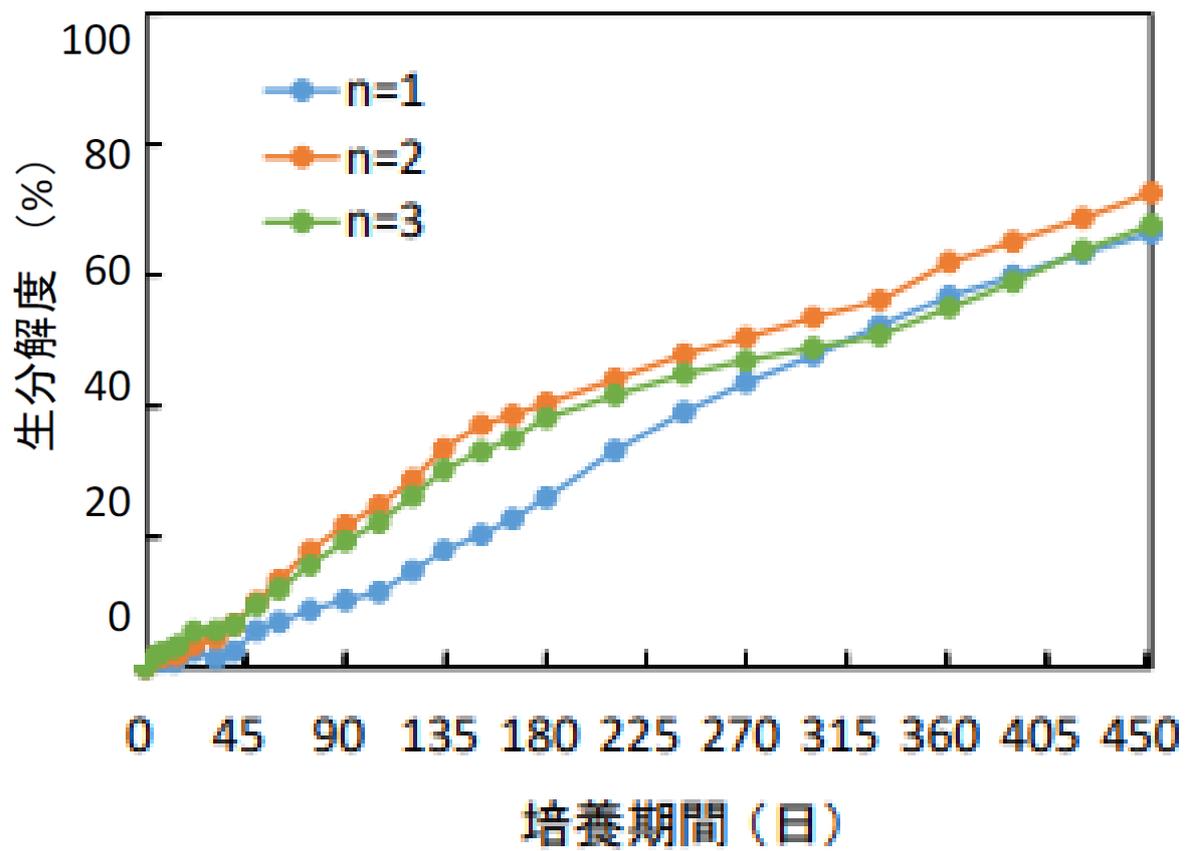


図 4-1-2 Mater-Bi A + バイオマス粉

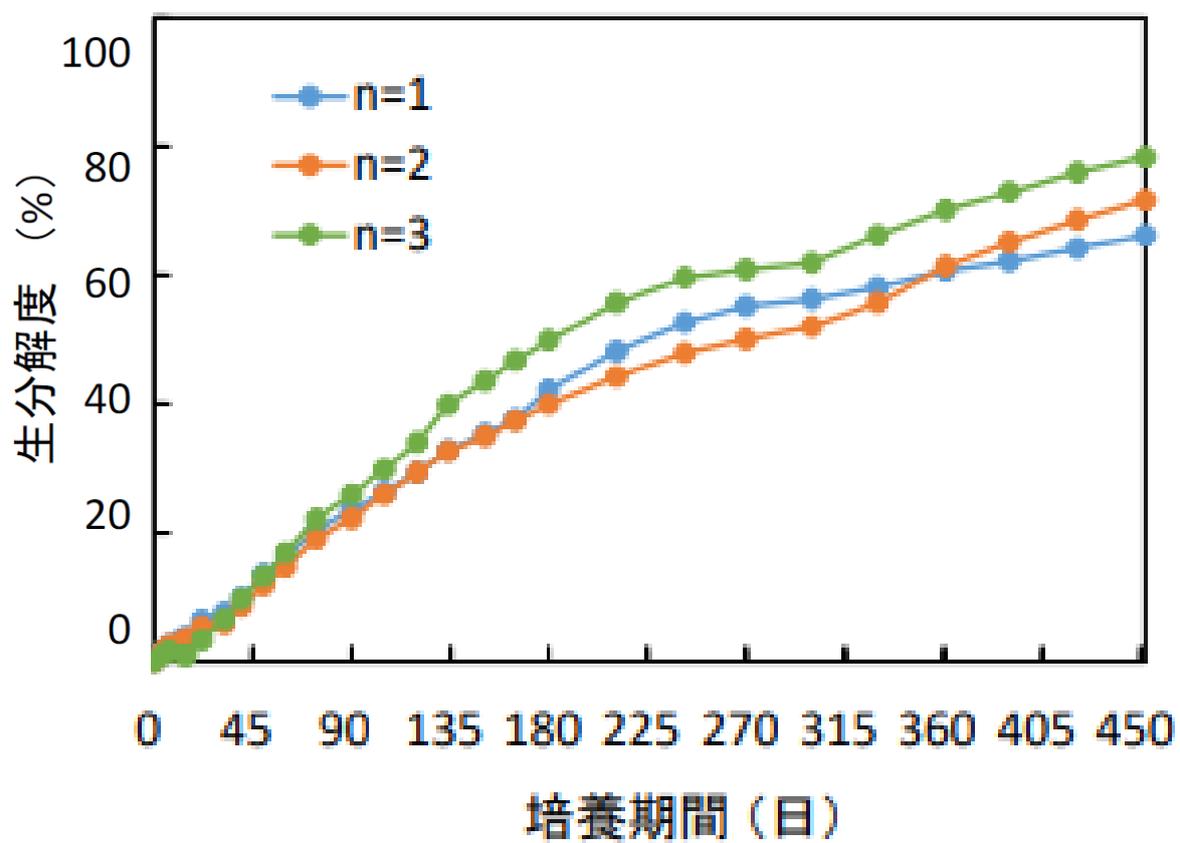


図 4-1-3 Mater-Bi A + バイオマス粉 (No.2 の比率違い)

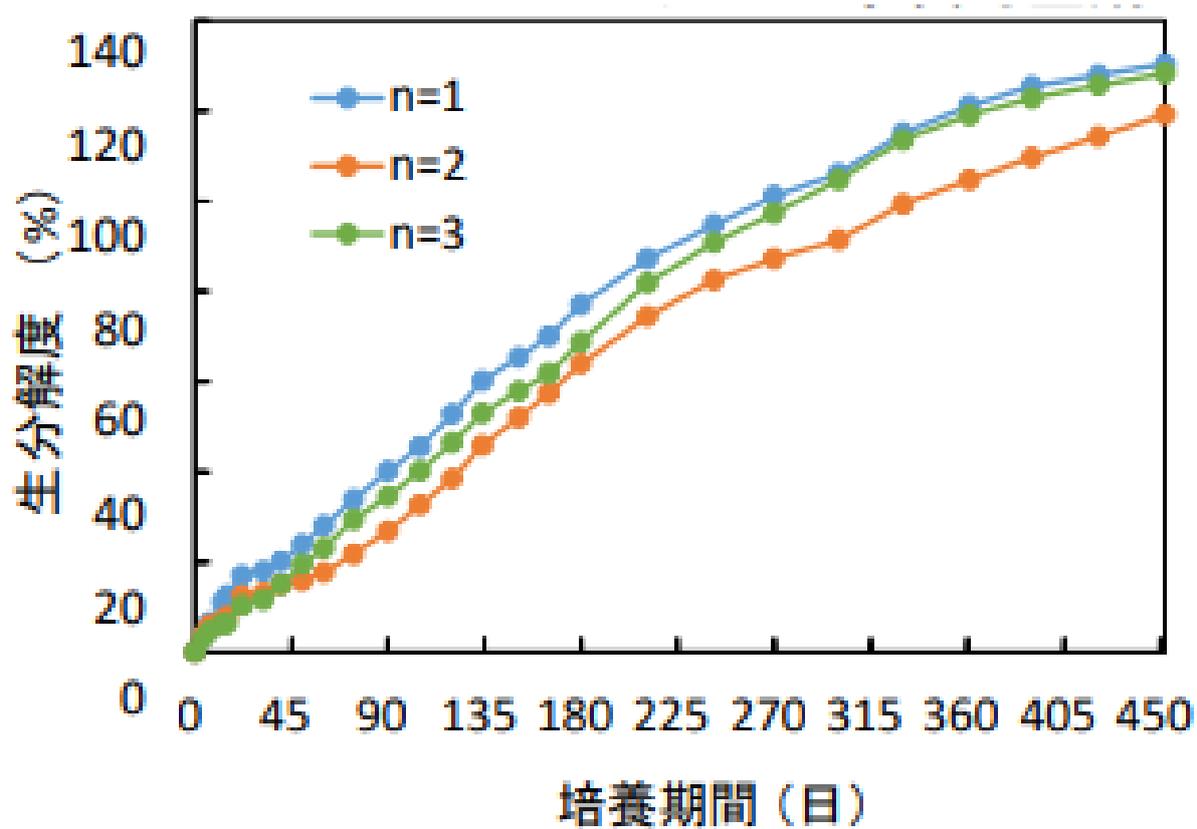


圖 4-1-4 Mater-Bi A + 可塑劑 a

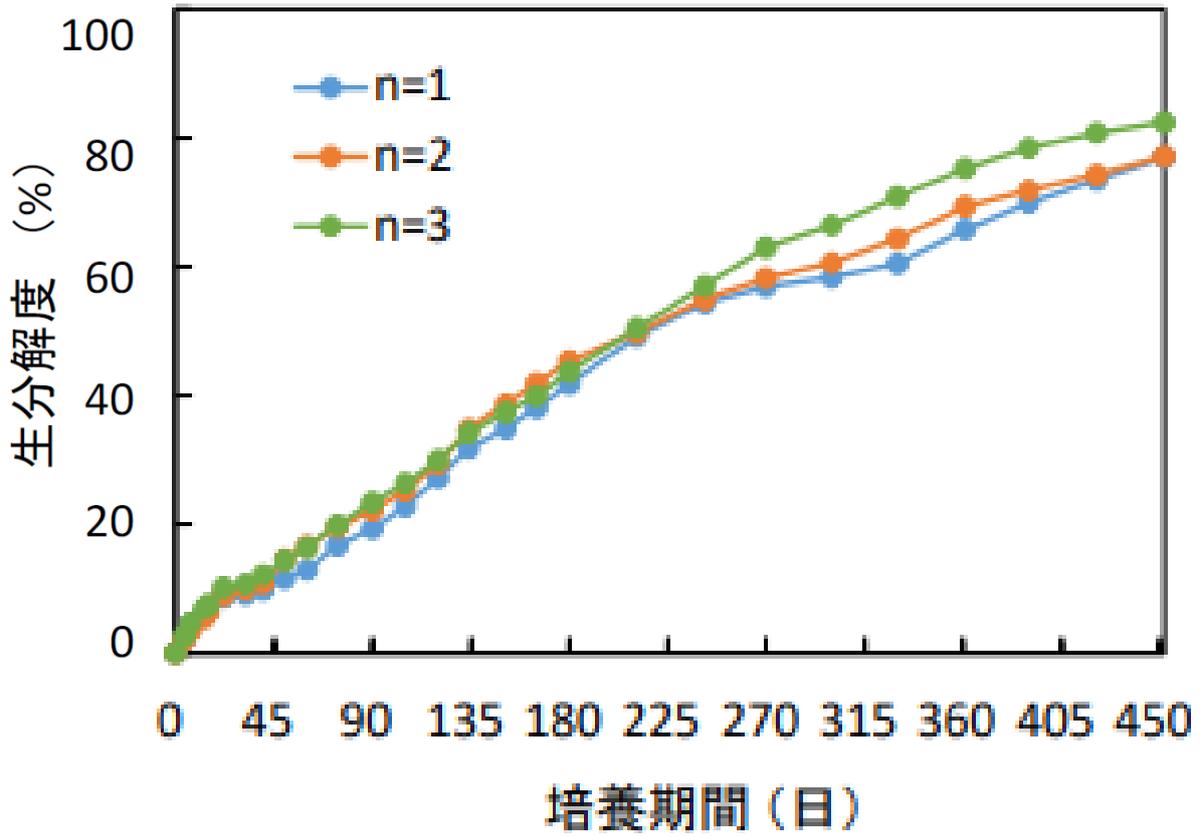


図 4-1-5 Mater-Bi A + 可塑剤 b

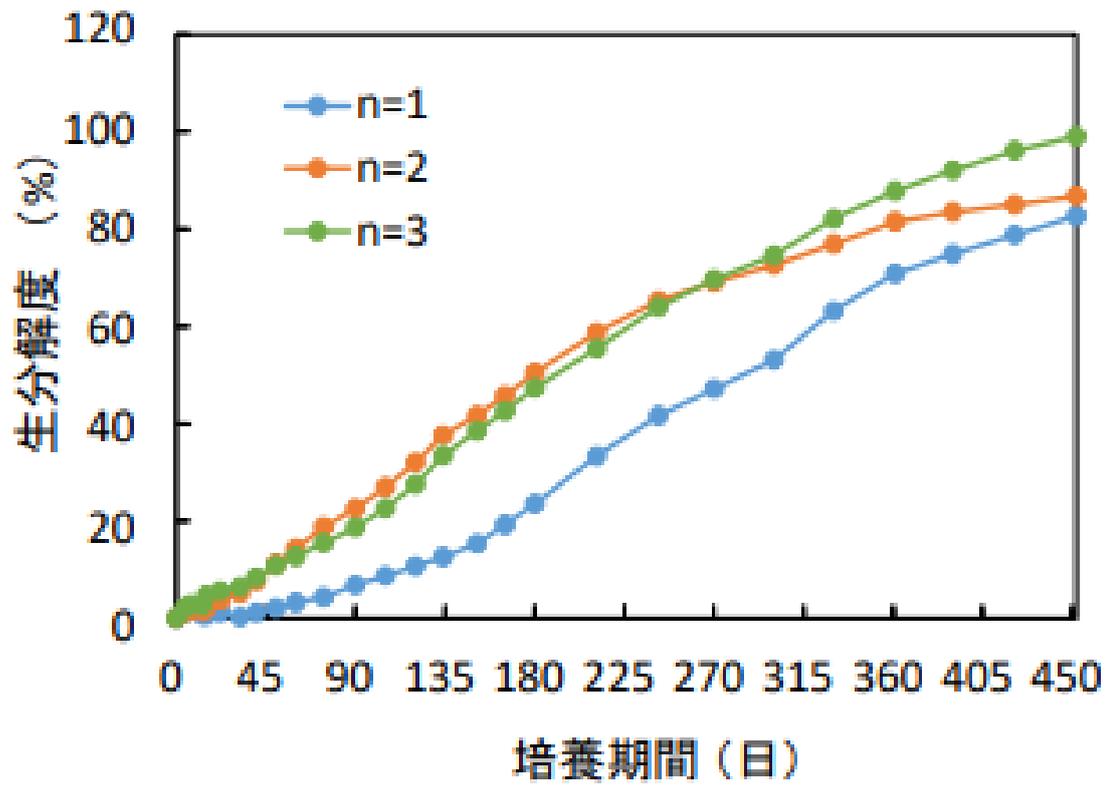


図 4-1-6 Mater-Bi B

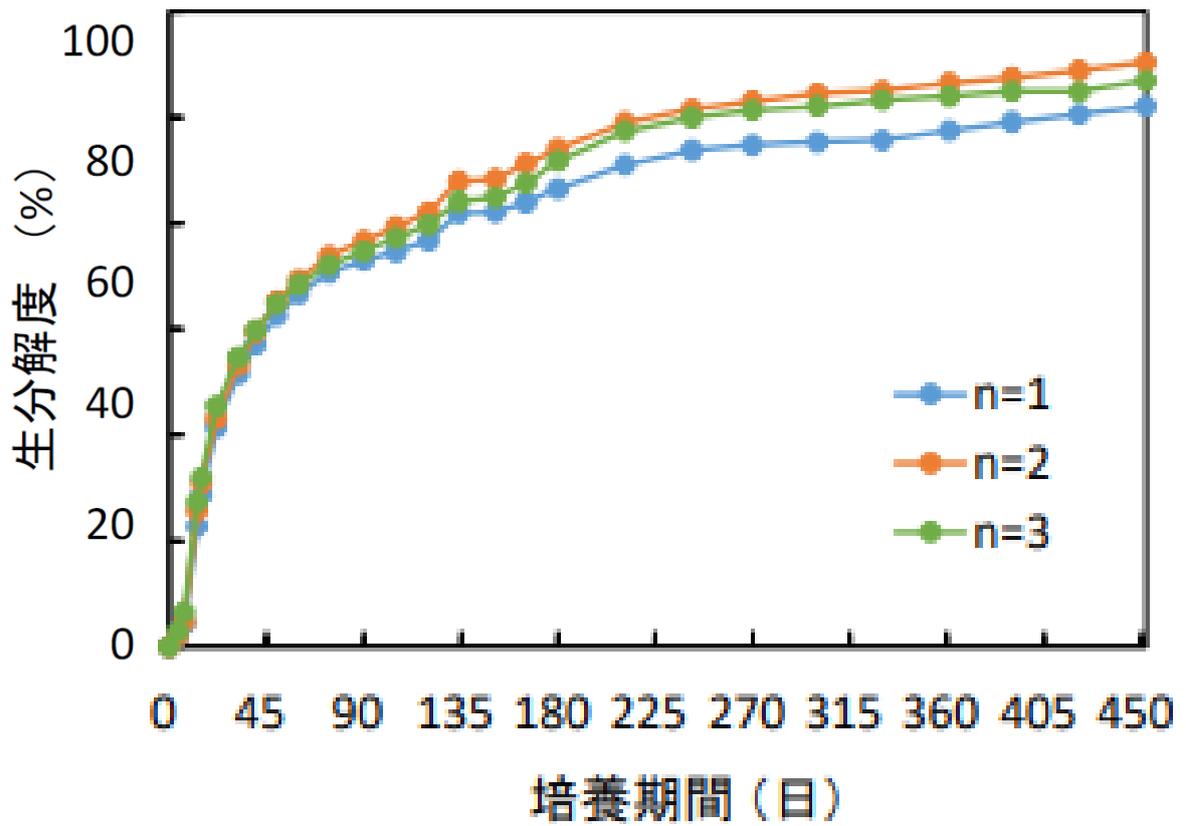


図 4-1-7 陽性対照材料：セルロース

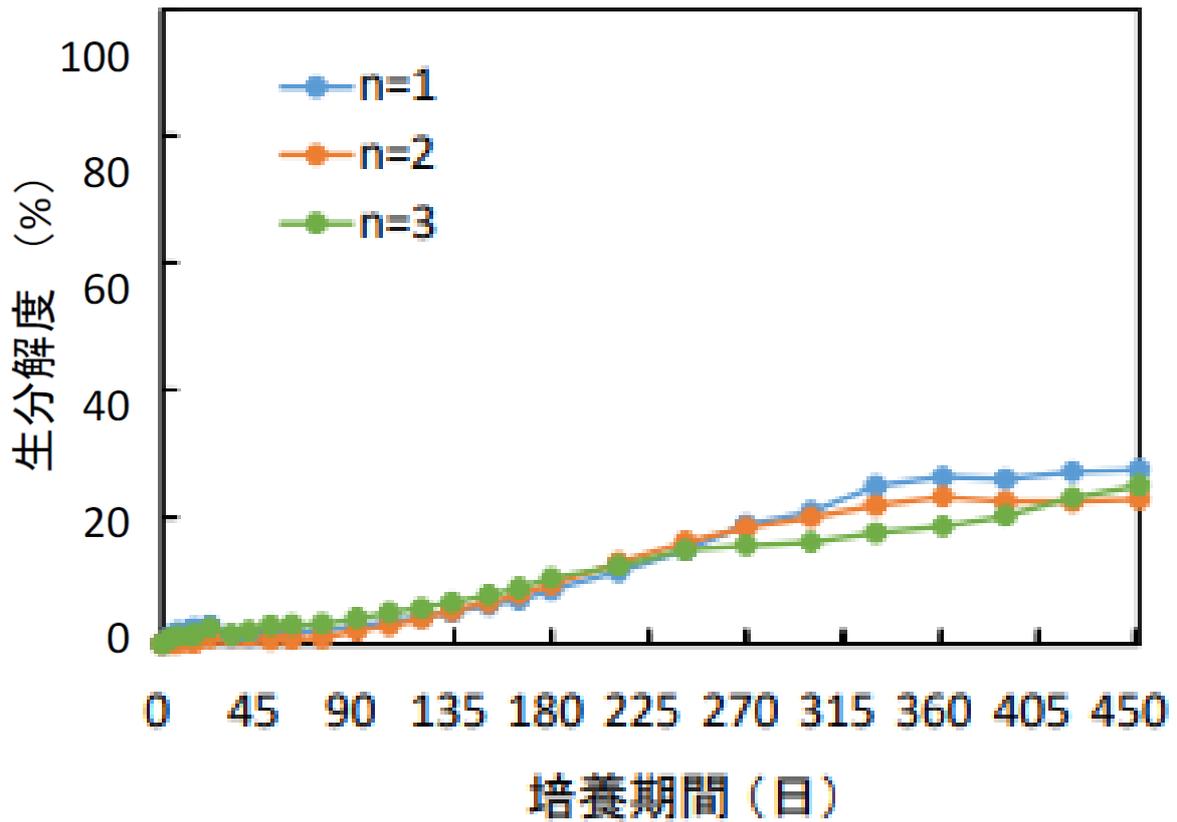


図 4-1-8 陰性対象材料 PET

試料	生分解度 (%)			
	n1	n2	n3	平均
Mater-Bi単体	70.8	56.5	73.5	67
Mater-Bi 80% + 籾殻20%	66.4	72.4	67.6	69
Mater-Bi 70% + 籾殻 30%	66.1	71.6	78.3	72
Mater-Bi + 可塑剤B	76.9	77.1	82.4	79
Mater-Bi + 可塑剤A	130.3	119.2	128.3	126
Mater-Bi B	82.7	86.8	99.0	89
セルロース (陽性対照材料)	102.1	110.4	107.0	107
PET (陰性対照材料)	27.4	22.8	25.0	25

図 4-1-9 452 日後の生分解度

4.2 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②

①にて新たに母材候補となった Mater-Bi C、Mater-Bi A の分散液、生分解性インキの三検体でも令和 5 年 5 月 31 日から 270 日間海水中での生分解性度の試験を行った。概要及び対照材料は 4-1 で記載の内容と同様なので割愛する。

本試験で使用した検体の選定理由は下記の通りである。

1.	Mater-Bi C	Mater-Bi A、B と比較し、生分解度が高いと予想し、新たな母材候補として選定
2.	Mater-Bi A の分散液	ハードルアーに塗るコーティング剤として選定
3.	生分解性インキ	ハードルアーに塗るコーティング剤として選定

試料及び対照材料の培養 210 日後（2022 年 5 月 31 日～2023 年 12 月 27 日）の生分解度を下記図、表に示す。

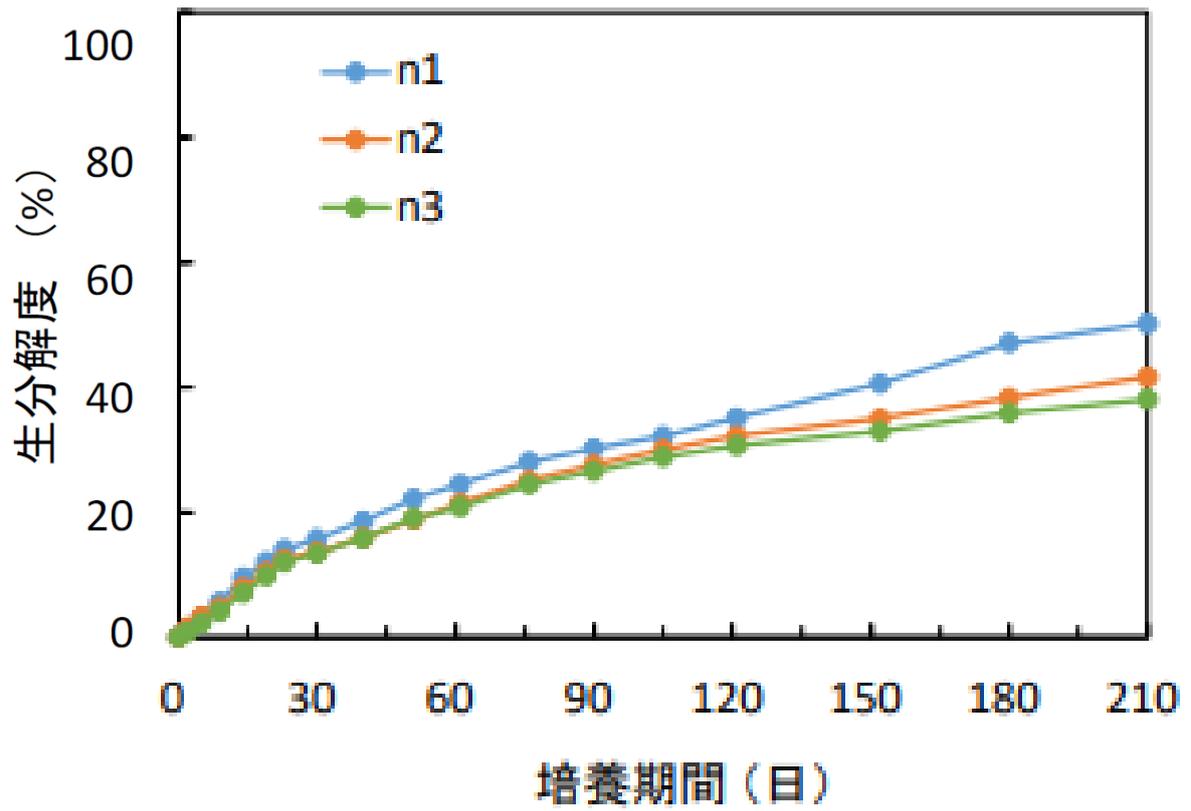


図 4-2-1 Mater-Bi C

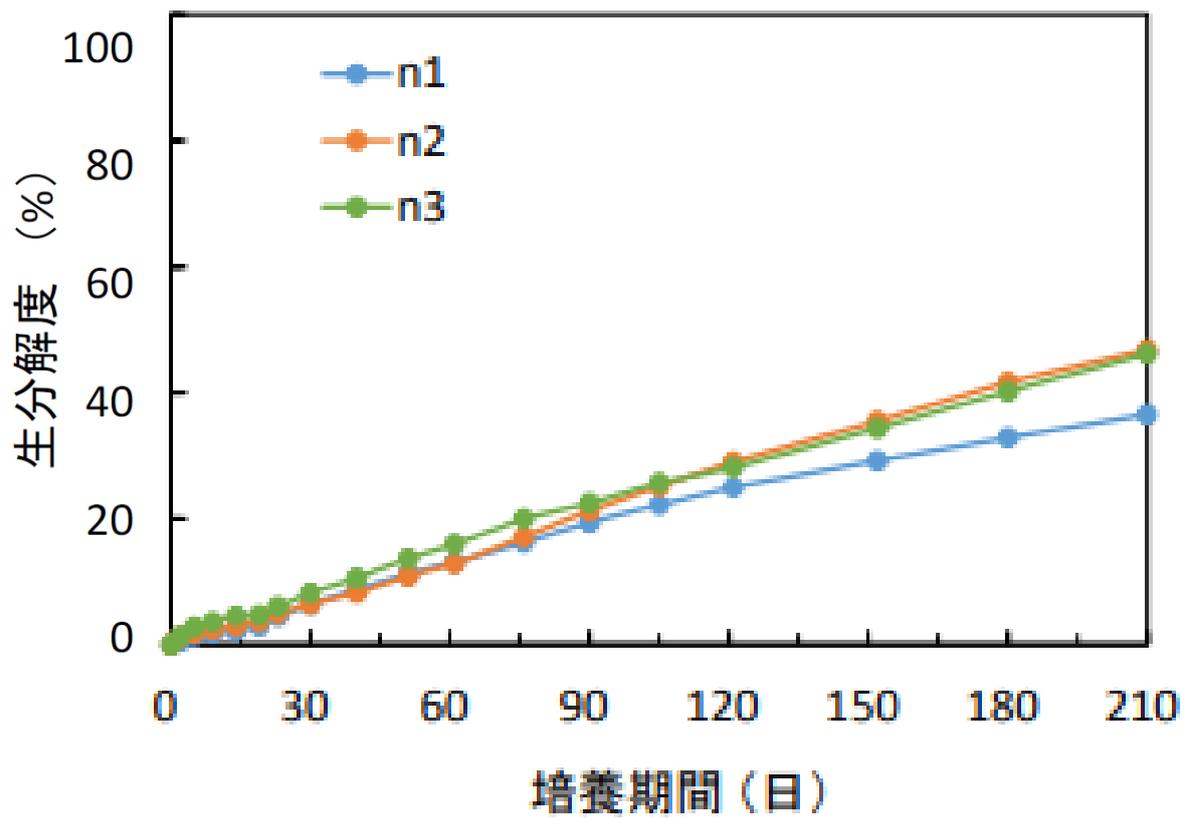


図 4-2-1 Mater-Bi A の分散液

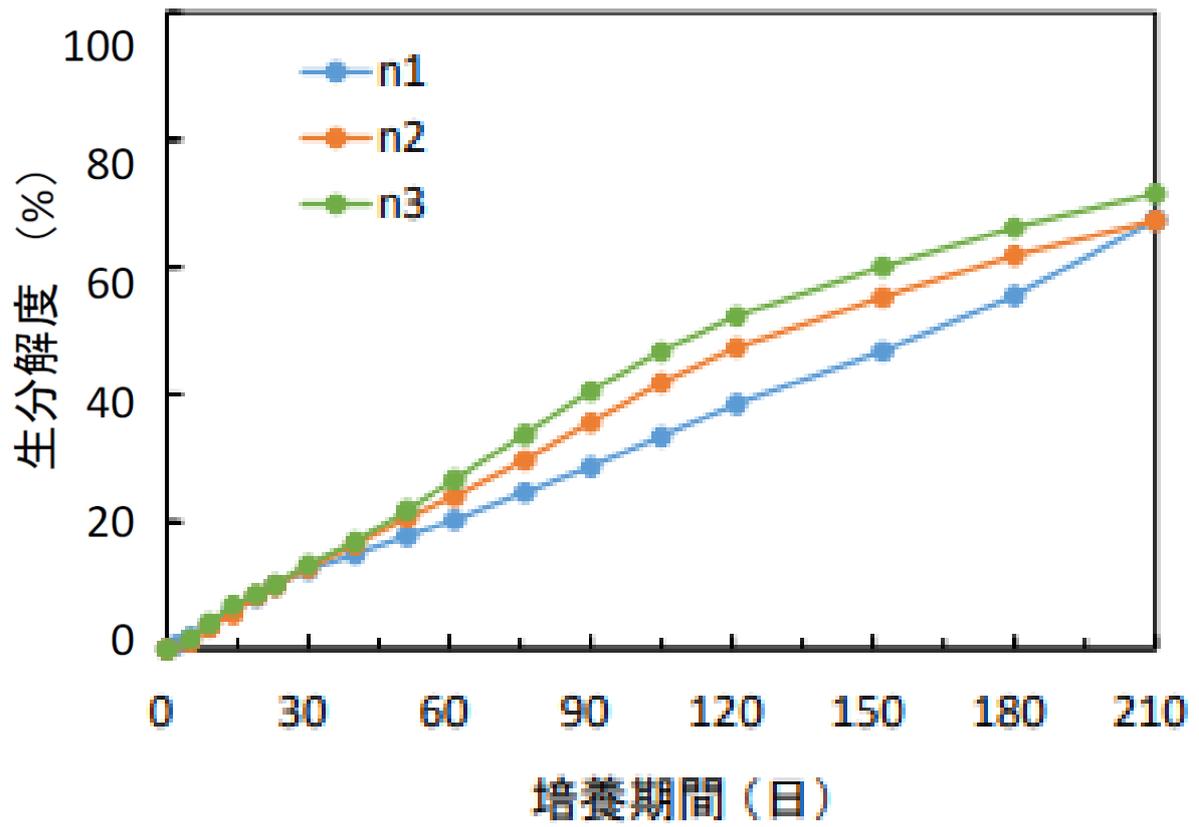


図 4-2-3 生分解性インキ

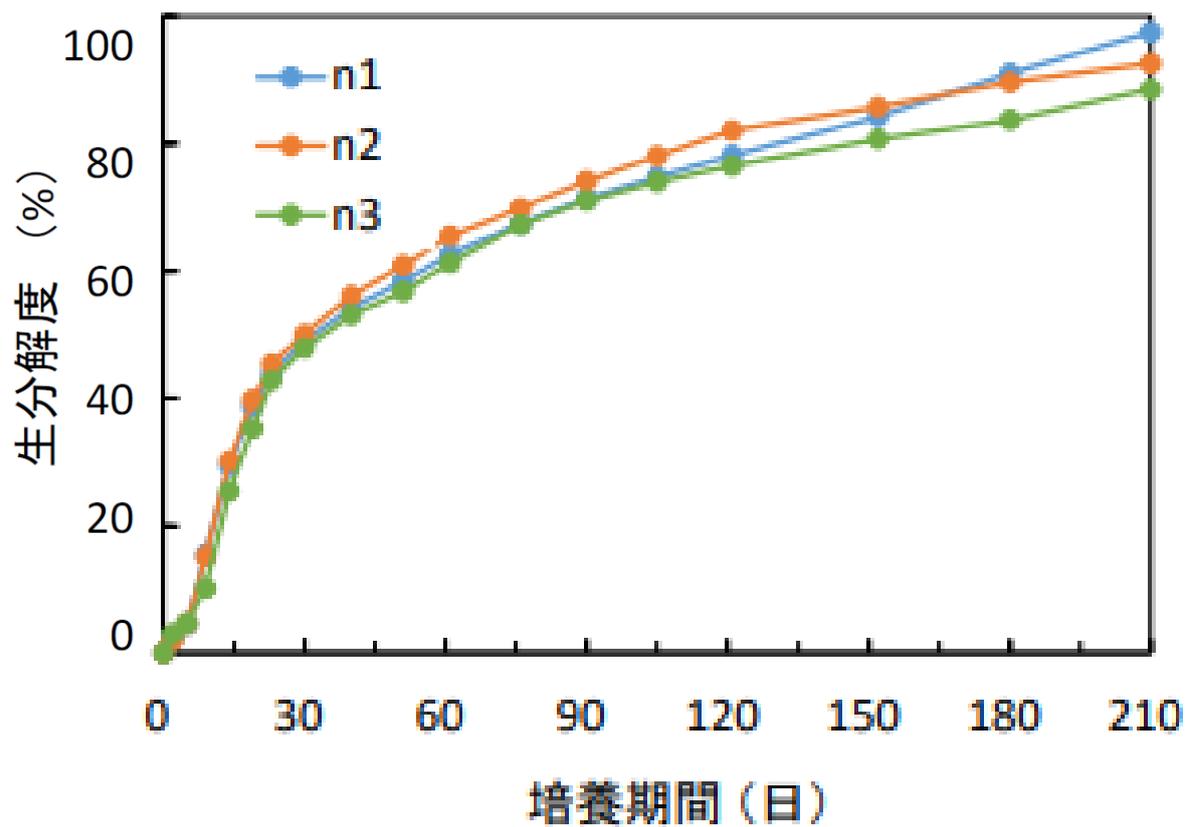


図 4-2-4 陽性対照材料：セルロース

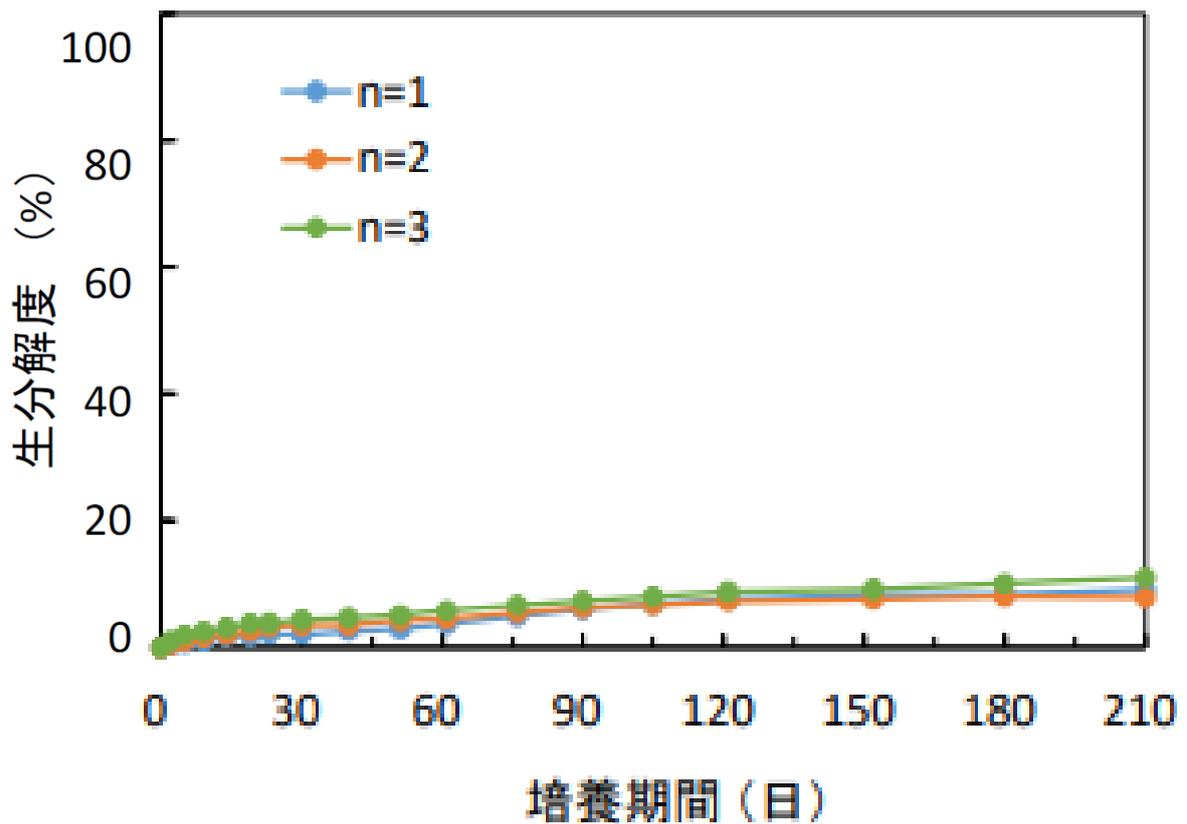


図 4-2-5 陰性対象材料 PET

試料	生分解度 (%)			
	n1	n2	n3	平均
生分解性プラスチック樹脂 (+可塑剤C)	50.2	41.7	38.1	43
生分解性インキ	67.5	67.4	71.5	69
生分解性プラスチック樹脂の分散液	36.5	46.7	46.1	43
セルロース (陽性対照材料)	97.4	92.6	88.5	93
PET (陰性対照材料)	9.1	7.9	11	9

図 4-2-6 210 日後の生分解度

4.3 海水・淡水中での生態毒性試験の実施・評価

実際にルアーとして使用、海中に残置された際の動植物に対する影響を事前に把握する必要性があると判断し、追加的に毒性試験を実施した。概要は以下の通りとなる。

概要	外部専門機関による生態毒性試験
試験方法	OECD TG201 参考に、1 検体に対し、3 種類（藻類生長阻害試験・ミジンコ急性遊泳阻害試験・魚類急性毒性試験の試験を実施した。
評価項目	GHS 区分（水生環境有害性）
試験期間	各試験概要に記載
目標数値	3 種類の試験すべて、「有害性区分 区分に該当しない」

以下、三種類の試験それぞれの試験概要を記載する。

藻類生長阻害試験の概要は以下の通りとなる。

試験規格	OECD TG201
目的	OECD 藻類生長阻害試験を実施 被験物質の藻類の生長に対する影響を調べる。
暴露条件	期間：72 時間 方式：巡回振とう培養（約 100 回/分） 試験濃度：設定濃度として 100、10、1.0 mg/L 区及び対照区 試験液調製法：各試験濃度（設定濃度）になる ように被験物質と培地を混 合し、48 時間攪拌 後、 Stericup®（PVDF、孔径 0.45 μm、Merck） で吸引ろ過して試験液を調製した。
環境条件	培 地：OECD 培地 試験温度：21～24℃（±2℃の変動幅） 初期細胞数：0.75××10 の 4 乗 cells/mL 試験液量：300 mL/試験区（100 mL/試験 容器×3 連） 滅菌した 300 mL 容ガラス 製三角フラスコ （通気性のシリコセン®付） 照明：400～700 nm の波長領域で設定値 90 μmol/m ² /s（設定値の ±20%以内、平均値 ±15%の変動幅）に調整した蛍光灯型 LED に よる連続照明
測定	生物量：細胞濃度を測定した。 水質：100 mg/L 区及び対照区について暴露 開始時及び終了時に pH を測定した。 試験液の状態：無色、不溶物無し（暴露開始時： 目視）
試験期間	4 日間（6 月 30 日～7 月 3 日）

ミジンコ急性遊泳阻害試験の概要は以下の通りとなる。

試験規格	OECD TG201
概要	OECD ミジンコ急性遊泳阻害試験を実施 被験物質のミジンコ類に対する短期的影響を調べる。
暴露条件	期間：48 時間 方式：止水式 試験濃度：設定濃度として 100、10、1.0 mg/L 区及び対照区 試験液調製法：各試験濃度（設定濃度）になるように被験物質と試験用水を混合し、48 時間攪拌後、Stericup®（PVDF, 孔径 0.45 μm, Merck）により吸引ろ過して試験液を調製した。
環境条件	試験用水：脱塩素水道水 試験水温：20±1℃ 試験生物数：20 頭／試験区（5 頭／試験容器×4 連） 試験液量：400 mL／試験区（100 mL／試験容器×4 連） 試験容器：100 mL ガラス製ビーカー 照明：室内灯（16 時間明／8 時間暗） 給餌：無給餌 エアレーション：暴露期間中、エアレーションは行わなかった。
測定	生物の観察：暴露開始 24 及び 48 時間後に遊泳阻害を観察した。試験容器を穏やかに動かした後、15 秒間一度も泳げない場合を遊泳阻害されたとみなした。 水質：溶存酸素濃度、pH を 100 mg/L 区及び対照区について暴露 開始時及び終了時に測定した。 試験液の状態：無色、不溶物無し（暴露開始時：目視）
試験期間	2 日間（6 月 28 日～6 月 30 日）

魚類急性毒性試験の概要は以下の通りとなる。

試験規格	OECD TG201
概要	OECD 魚類急性毒性試験を実施 被験物質の魚類に対する短期的影響を調べる。
暴露条件	期間：96 時間 方式：止水式 試験濃度：設定濃度として 100、10、1.0 mg/L 区及び対照区 試験液調製法：各試験濃度（設定濃度）になるように被験物質と試験用水を混合し、48 時間攪拌後、Stericup® (PVDF, 孔径 0.45 µm, Merck) で吸引ろ過して試験液を調製した。
環境条件	試験用水：脱塩素水道水 試験水温：24±1℃ 試験生物数：7 尾/試験区 試験液量：2.8 L /試験区 試験容器：ガラス製容器（直径 16 cm, 深さ 17 cm） 照明：室内灯（16 時間明/8 時間暗） 給餌：無給餌 エアレーション：暴露期間中、緩やかなエアレーションを実施した。
測定	生物の観察：暴露開始 24、48、72 及び 96 時間後に死亡を観察した。 全長・体重測定：暴露終了後、対照区の生物について実施した。 水質：溶存酸素濃度、pH を 100 mg/L 区及び対照区について暴露 開始時及び終了時に測定した。 試験液の状態：無色、不溶物無し（暴露開始時：目視）
試験期間	4 日間（6 月 22 日～6 月 26 日）

三種類の試験それぞれの試験結果を図及び文章で示す。

藻類生長阻害試験の試験結果は以下の通りである。

●72 時間半数影響濃度（設定濃度）

[72hr ErC50 : 生長速度 (0-3d)] : >100 mg/L (設定濃度)

最大無影響濃度（設定濃度）[NOEC] ≥100 mg/L (設定濃度)

●GHS 区分（水生環境有害性）

① 短期間（急性）有害性区分 区分に該当しない（藻類）

② 長期間（慢性）有害性区分 区分に該当しない（藻類）

試験区 (mg/L)	平均生長阻害率 (%) 生長速度 (0-3d)	pH	
		開始時	終了時
対照区	—	7.8	7.9
1.0	-2.7		
10	-2.3		
100	-0.38	7.8	8.0

表 4-3-1 生長阻害率及び水質測定結果

ミジンコ急性遊泳阻害試験の試験結果は以下の通りである。

●48 時間半数影響濃度（設定濃度）

[48hr EC50 (設定濃度)] : >100 mg/L (設定濃度)

●GHS 区分（水生環境有害性）：

短期間（急性）有害性区分 区分に該当しない（甲殻類）

試験区 (mg/L)	遊泳阻害率(%)		溶存酸素濃度(mg/L)		pH	
	24時間	48時間	開始時	終了時	開始時	終了時
対照区	0	0	8.6	8.3	7.8	7.8
1.0	0	0	/	/	/	/
10	0	0	/	/	/	/
100	0	5	8.6	8.6	7.7	7.8

表 4-3-2 遊泳阻害率及び水質測定結果

魚類急性毒性試験の試験結果は以下の通りである。

●96 時間半数致死濃度（設定濃度）

[96hr LC50（設定濃度）] : >100 mg/L（設定濃度）

●GHS 区分（水生環境有害性）：

短期間（急性）有害性区分 区分に該当しない（魚類）

試験区 (mg/L)	累積死亡率(%)				溶存酸素濃度(mg/L)		pH	
	24時間	48時間	72時間	96時間	開始時	終了時	開始時	終了時
対照区	0	0	0	0	8.1	8.5	7.8	7.7
1.0	0	0	0	0	/	/	/	/
10	0	0	0	0	/	/	/	/
100	14	14	14	14	8.1	8.4	7.9	7.8

表 4-3-3 累積死亡率と水質測定結果

4.4 実地海洋生分解試験

日本バスプロ協会・日本バスクラブ・釣り業界が全面協力の元以下の場所で試験物品18個を沈め経過観察実試験を行った。

2か月に一度担当者が引上げ JEF 本部に郵送し、検体の重量、厚さを図りデータにした。検体は冷蔵保存をしている。

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 新舞子ポート パーク 愛知県知多市 緑浜町2番5	2022年12月25日設置 2023年02月26日引上げ 2023年04月23日引上げ 2023年06月26日引上げ 2023年08月28日引上げ 2023年11月02日引上げ 2024年01月07日引上げ	野尻湖 長野県上水内郡信濃 町野尻53-1	2022年12月7日設置 2023年02月13日引上げ 2023年04月12日引上げ 2023年06月18日引上げ 2023年08月13日引上げ 2023年10月05日引上げ 2023年12月06日引上げ
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	2023年02月16日設置 2023年04月13日引上げ 2023年06月08日引上げ 2023年08月24日引上げ 2023年10月26日引上げ 2023年12月07日引上げ	北山湖 佐賀県佐賀市三瀬村 杠779	2023年02月16日設置 2023年04月13日引上げ 2023年06月08日引上げ 2023年08月24日引上げ 2023年10月12日引上げ 2023年12月07日引上げ
大阪湾 出来島船 大阪市此花区 常 吉2-10-12	2023年02月18日設置 2023年04月15日引上げ 2023年06月13日引上げ 2023年08月11日引上げ 2023年10月09日引上げ 2023年12月23日引上げ	隠れ谷池 和歌山県橋本市向副 325-10	2023年02月22日設置 2023年04月17日引上げ 2023年06月07日引上げ 2023年08月10日引上げ 2023年10月09日引上げ 2023年12月25日引上げ

●追加試験 現在選定中のラメについても追加で試験を実施の予定

2022/12/07 設置 長野・淡水 野尻湖写真設置した栈橋



写真 4-4-1



写真 4-4-2

長野・淡水 野尻湖・淡水 計測

			サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5	サンプル6		
			開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
日付目安			2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1	2023/12/1	
引上日			2023/12/7	2023/2/13	2023/4/12	2023/6/18	2023/8/13	2023/10/5	2023/12/6	
淡水	マタビ-	重量		0.2429	0.2853	0.2780	0.2640	0.2734	0.3539	
		厚さ	中心		0.044	0.036	0.133	0.151	0.042	0.242
			角1		0.034	0.099	0.109	0.163	0.240	0.397
			角2		0.029	0.051	0.117	0.060	0.127	0.151
			平均		0.036	0.062	0.120	0.125	0.136	0.263
	マタビ-& 可塑剤	重量		0.2679	0.3236	0.2510	0.3480	0.2591	0.5983	
		厚さ	中心		0.042	0.063	0.128	0.272	0.078	0.259
			角1		0.045	0.074	0.160	0.145	0.069	0.174
			角2		0.041	0.067	0.141	0.150	0.079	0.184
			平均		0.043	0.068	0.143	0.189	0.075	0.206
	セルロース	重量		0.3969	0.5027	0.5850	0.3420	0.0774	分解記録なし	
		厚さ	中心		0.229	0.439	0.655	0.601	分解記録なし	分解記録なし
			角1		0.230	0.411	0.488	0.488	分解記録なし	分解記録なし
			角2		0.222	0.465	0.521	0.707	分解記録なし	分解記録なし
			平均		0.227	0.438	0.555	0.599		
	レジ袋	重量							0.0542	
厚さ		中心							0.033	
		角1							0.019	
		角2							0.035	
		平均		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.029	

2023/02/13 長野・淡水 野尻湖 第1回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

- ① Mater-Bi のみ
- ② Mater-Bi+バイオマス粉含有

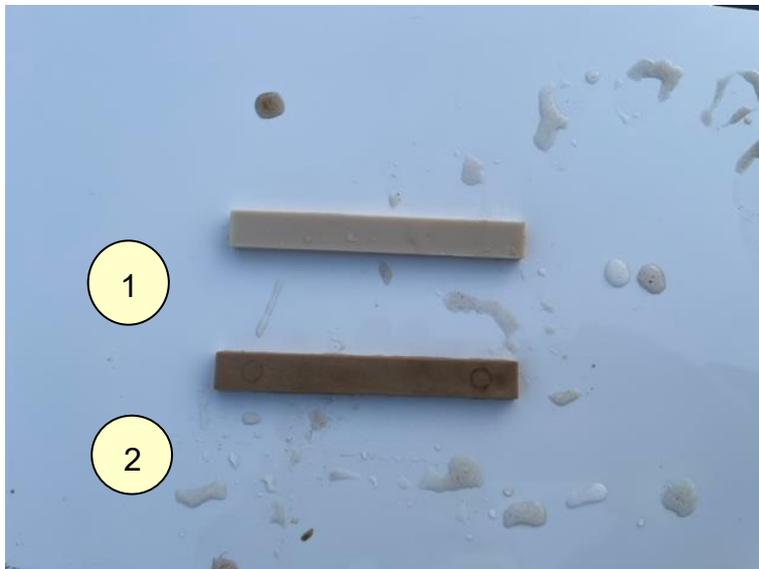


写真 4-4-3

2023/12/06 長野・淡水 野尻湖 第6回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観



写真 4-4-4

2023/02/13 長野・淡水 野尻湖 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

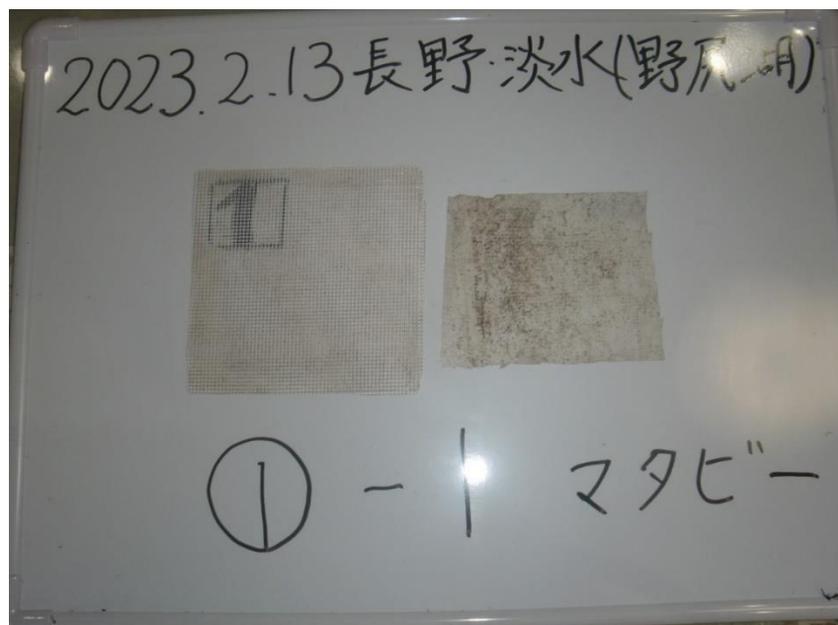


写真 4-4-5

2023/12/06 長野・淡水 野尻湖 第6回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

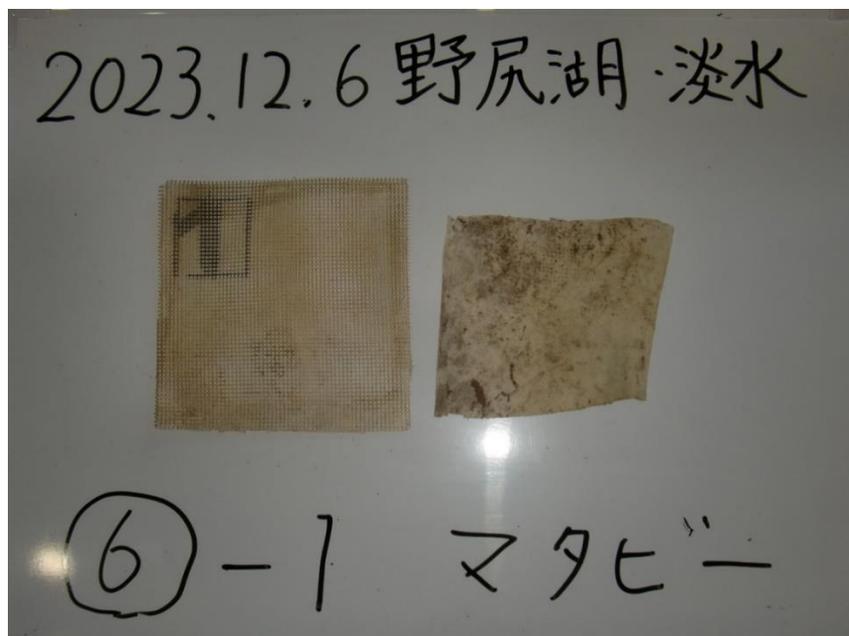


写真 4-4-6

2023/02/13 長野・淡水 野尻湖 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

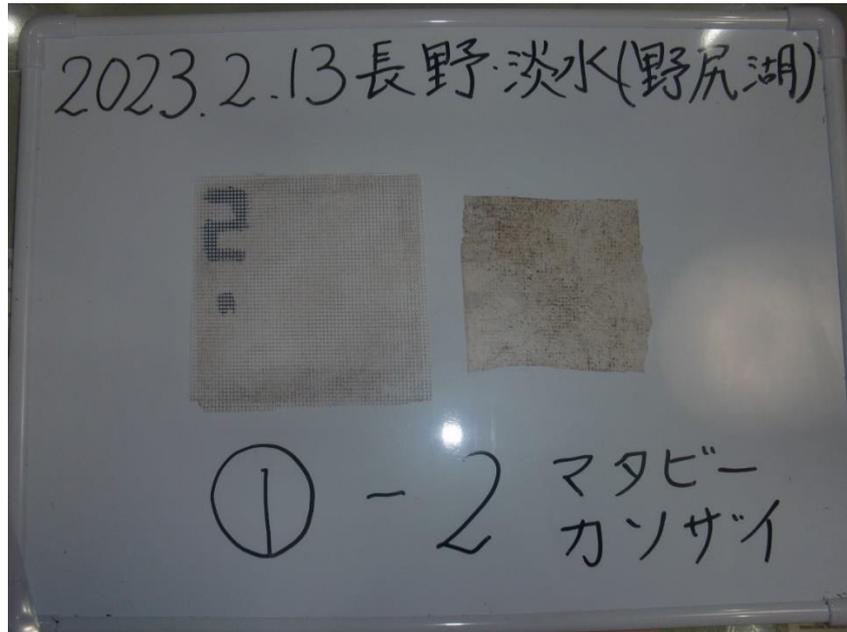


写真 4-4-7

2023/12/06 長野・淡水 野尻湖 第6回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

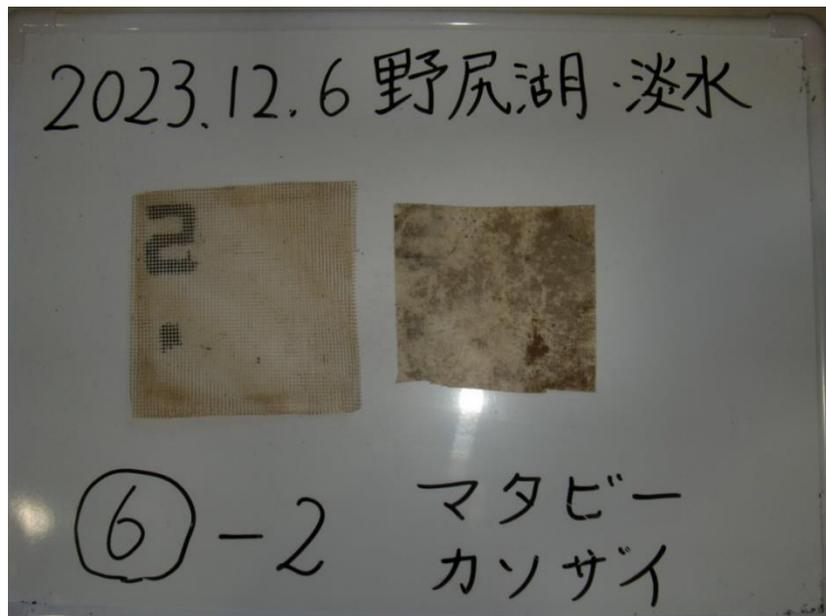


写真 4-4-8

2023/02/13 長野・淡水 野尻湖 第1回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート

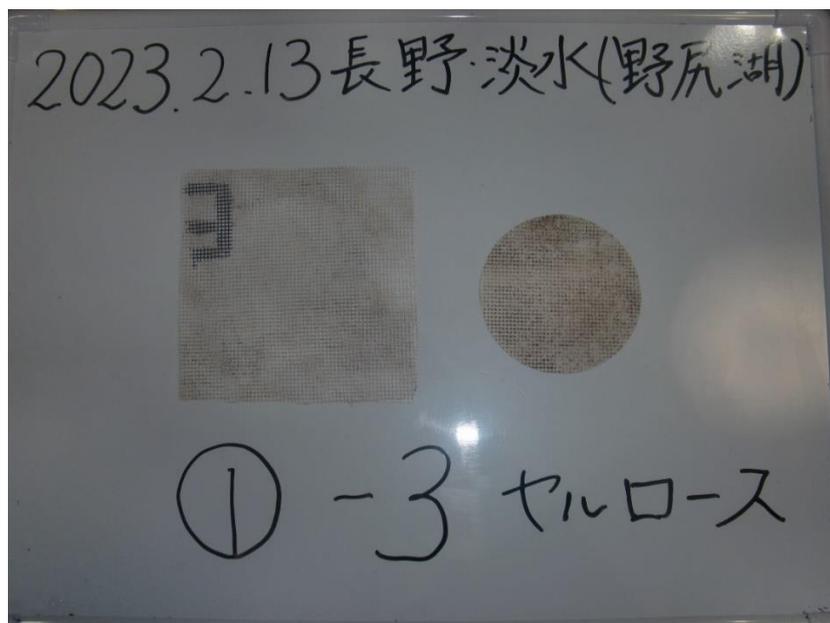


写真 4-4-9

2023/12/06 長野・淡水 野尻湖 第6回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート 分解消失

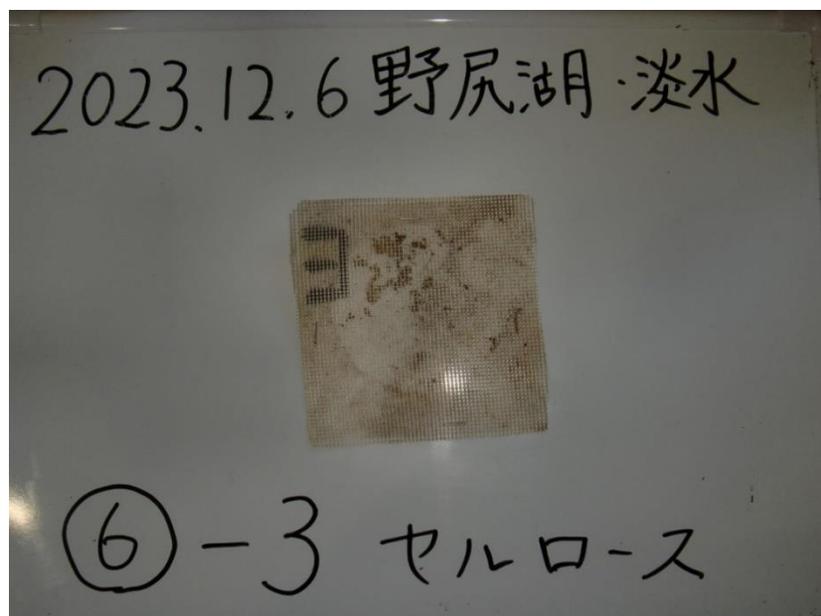


写真 4-4-10

2023/12/06 長野・淡水 野尻湖 第6回引上げ試験物品

写真 レジ袋

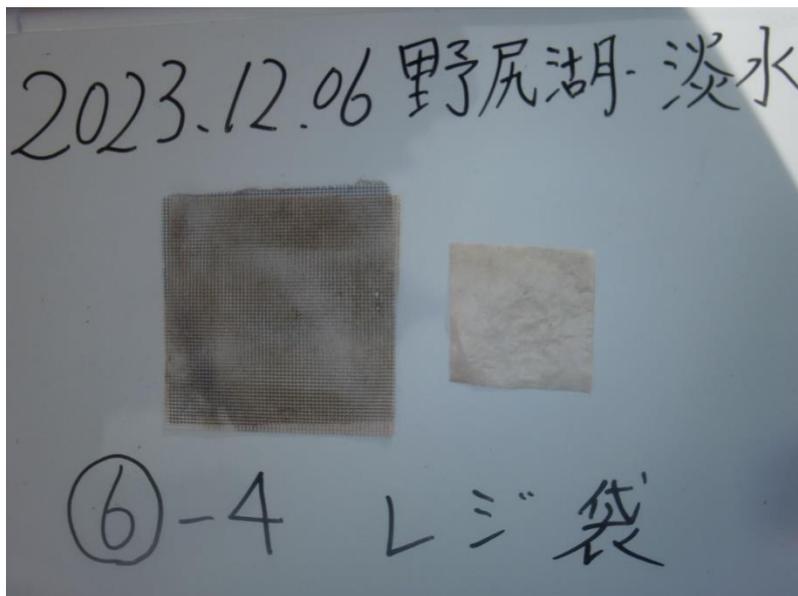


写真 4-4-11

2022/12/25 設置 愛知・海水 新舞子ポートパーク

写真 設置場所



左右のこのパイプに設置します

写真 4-4-12

写真 設置状況



写真 4-4-13

愛知・海水新舞子ボートパーク

			サンプル 2	サンプル 18	サンプル 13	サンプル 9	サンプル 17	サンプル 3	
		開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
日付目安		2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1	2023/12/1	
引上日		2022/12/25	2023/2/26	2023/4/23	2023/6/26	2023/8/28	2023/11/2	2024/1/7	
海水	マタビ-	重量	0.2525	0.2431	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	
		厚さ	中心	0.060	0.203				
			角1	0.079	0.082				
			角2	0.073	0.125				
			平均	0.071	0.137	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	マタビ-& 可塑剤	重量	0.3066	0.2978	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	
		厚さ	中心	0.102	0.077				
			角1	0.079	0.080				
			角2	0.087	0.090				
			平均	0.089	0.082	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	セルロース	重量	0.2385	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	
		厚さ	中心	0.279					
角1			0.263						
角2			0.277						
平均			0.273	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

2023/02/26 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第1回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

- ① Mater-Bi のみ
- ② Mater-Bi+バイオマス粉含有

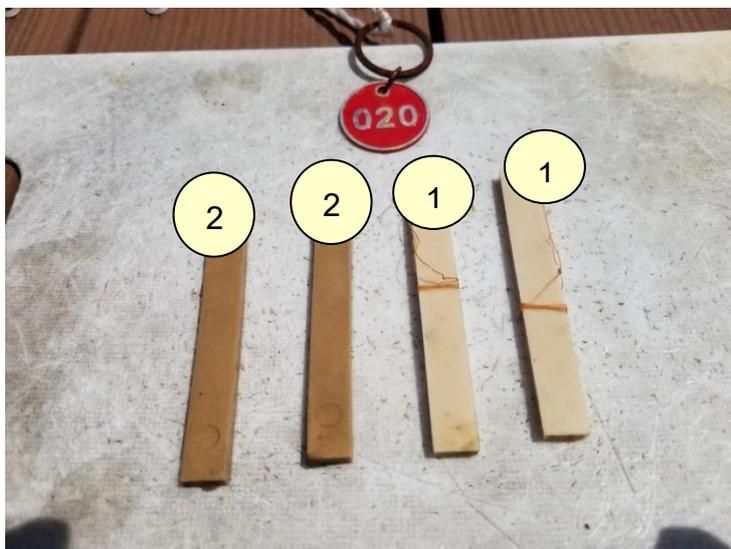


写真 4-4-14

2024/01/07 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第6回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

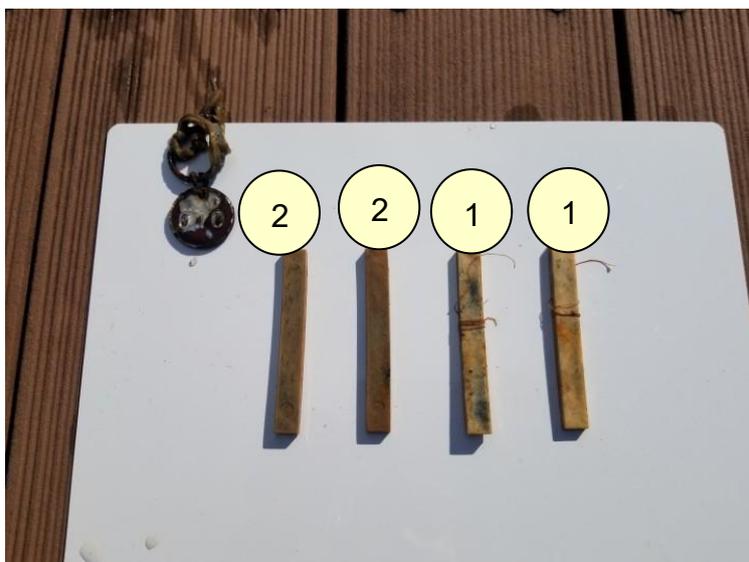


写真 4-4-15

2023/02/26 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第1回引上げ試験物品
写真 Mater-Bi 製フィルム

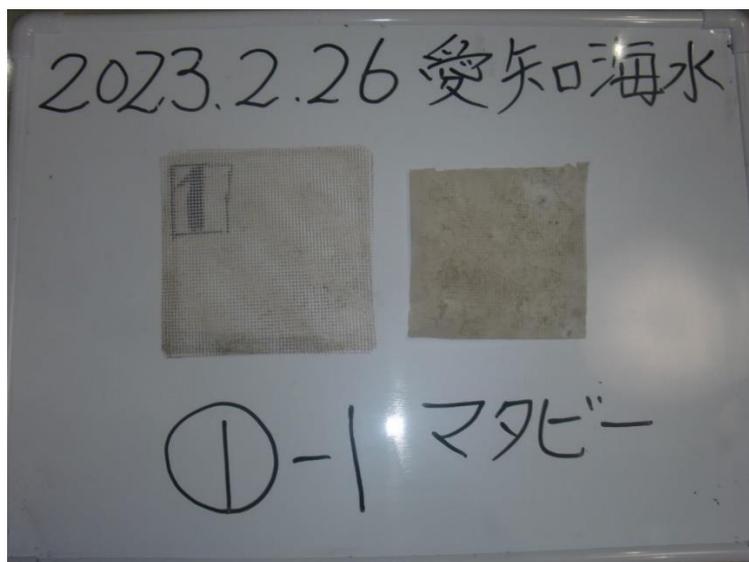


写真 4-4-16

2024/01/07 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第6回引上げ試験物品
写真 Mater-Bi 製フィルム 分解消失

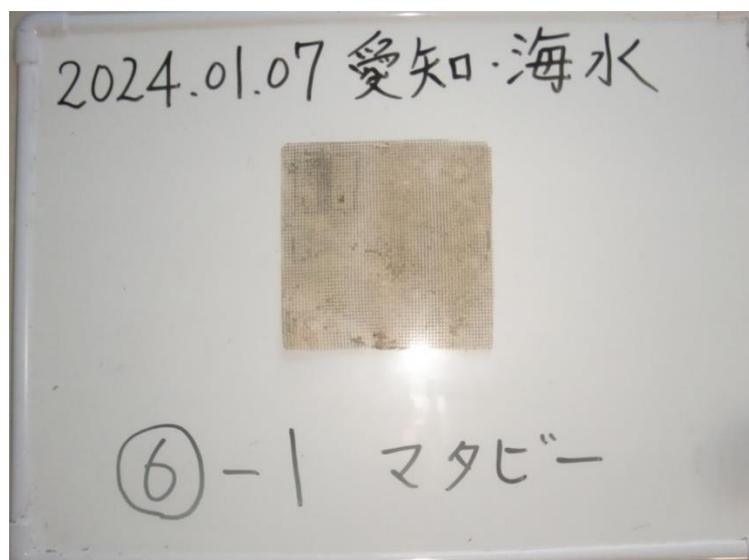


写真 4-4-17

2023/02/26 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

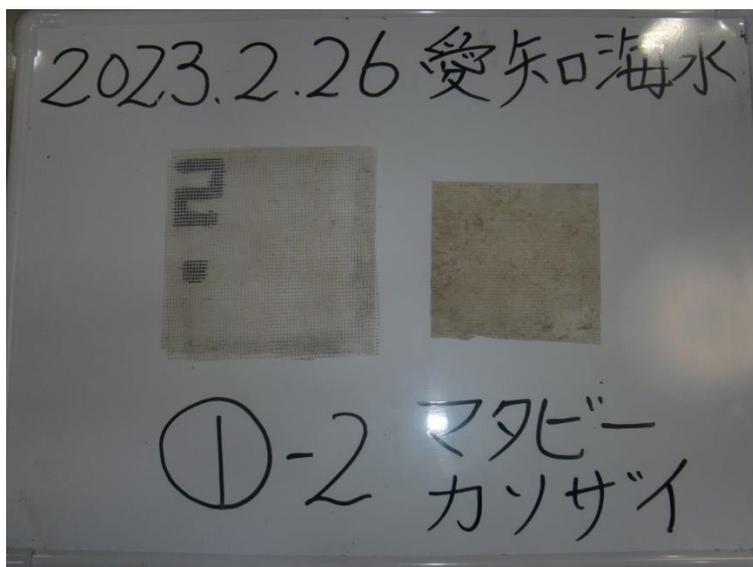


写真 4-4-18

2024/01/07 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第6回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム 分解消失

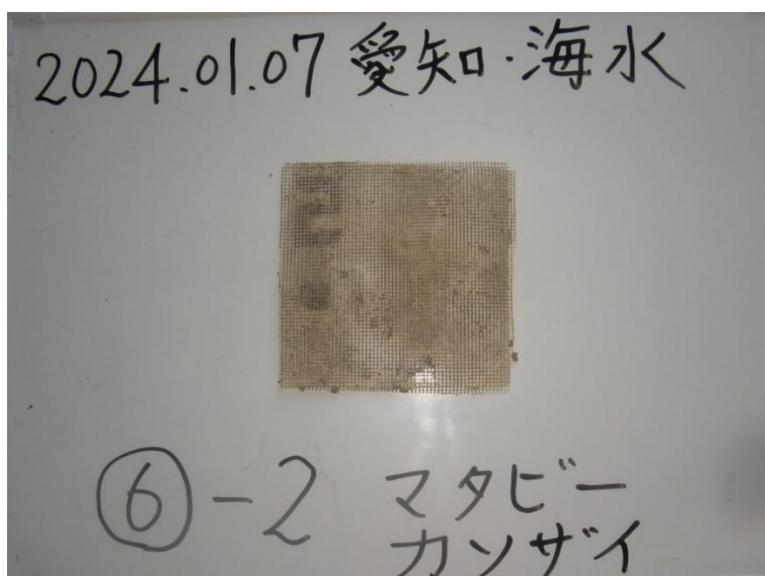


写真 4-4-19

2023/02/26 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第1回引上げ試験物品
写真 セルロース製シート

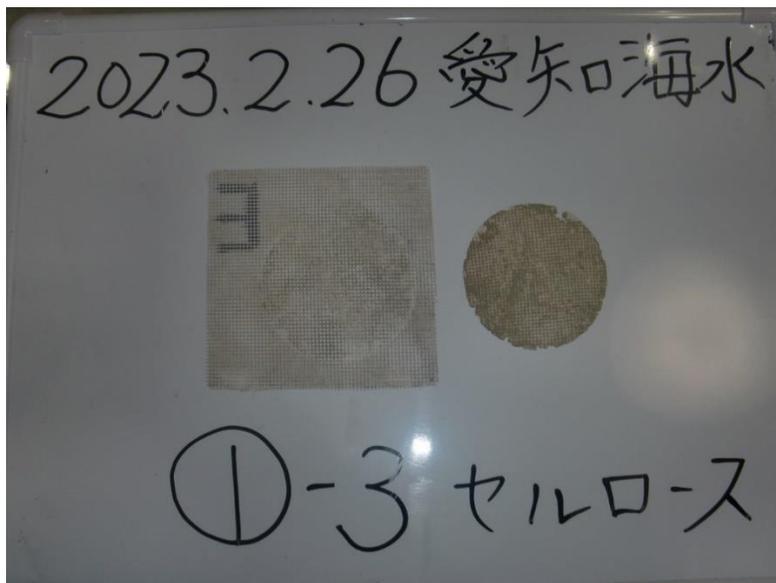


写真 4-4-20

2024/01/07 愛知・海水 新舞子ボートパーク 第6回引上げ試験物品
写真 セルロース製シート 分解消失

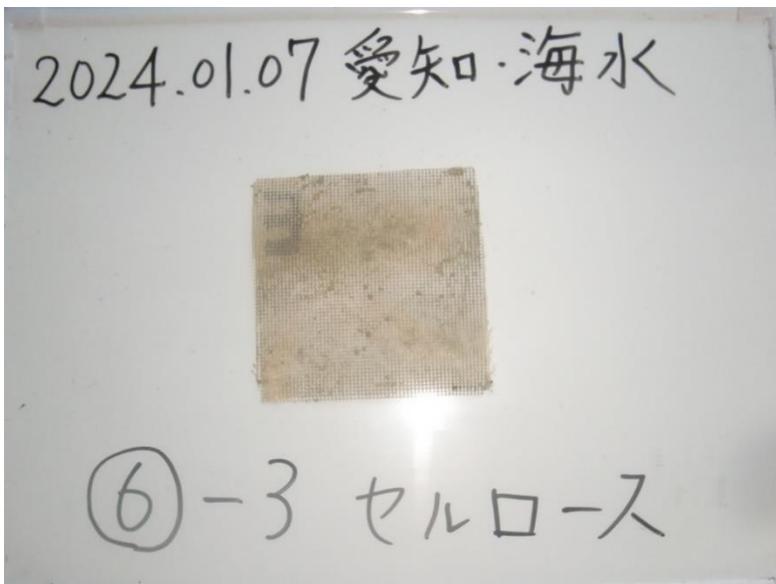


写真 4-4-21

福岡・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 錆止め塗料塗装の様子①



写真 4-4-22

写真 錆止め塗料塗装の様子②



写真 4-4-23

写真 補強部材



写真 4-4-24

写真 試験サンプル準備



写真 4-4-25

2023/02/16 設置 福岡・海水 博多湾 西福岡マリーナ マリノア
写真 設置場所様子



写真 4-4-26

写真 試験場所



写真 4-4-27

福岡・海水 博多湾 福岡マリーナマリノア

				サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5	
				開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
日付目安				2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1
引上日					2023/4/13	2023/6/8	2023/8/24	2023/10/26	2023/12/7
海水	マタビ-	重量			0.2346	0.1640	0.1222	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.130	0.028	0.023		
			角1		0.172	0.036	0.066		
			角2		0.135	0.143	0.025		
			平均		0.146	0.069	0.038	#DIV/0!	#DIV/0!
	マタビ-& 可塑剤	重量			0.2991	0.3100	0.2043	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.133	0.133	0.048		
			角1		0.150	0.179	0.087		
			角2		0.067	0.095	0.047		
			平均		0.117	0.136	0.061	#DIV/0!	#DIV/0!
	セルロース	重量			0.3051	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.187				
			角1		0.206				
			角2		0.215				
			平均		0.203	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

2023/04/13 福岡・海水 西福岡マリーナマリノア 第1回引上げ試験物品

① Mater-Biのみ

② Mater-Bi+バイオマス粉含有

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

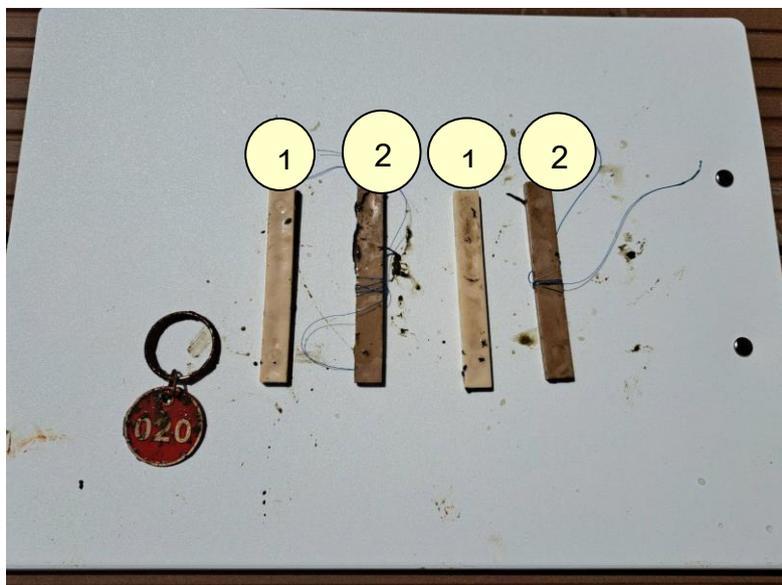


写真 4-4-28

2023/12/07 福岡・海水 西福岡マリーナマリノア 第5回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観 少し反り返っている状態

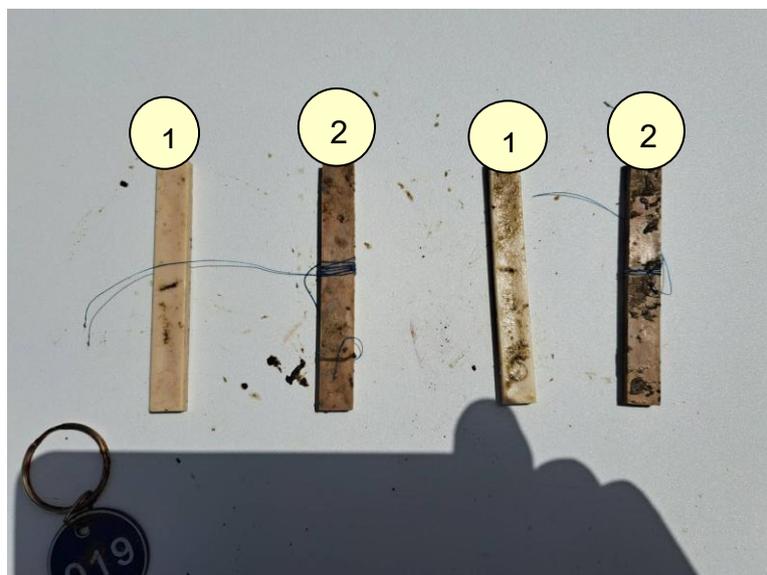


写真 4-4-29

2023/04/13 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

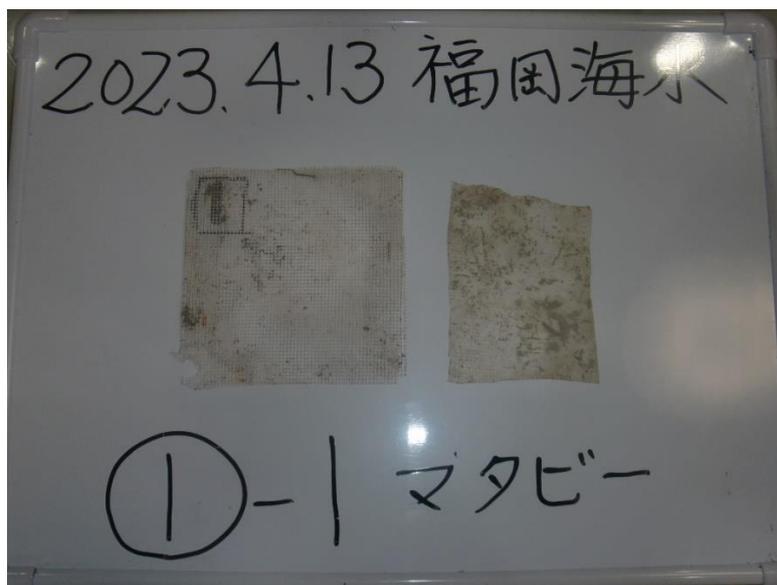


写真 4-4-30

2023/12/07 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム 分解消失

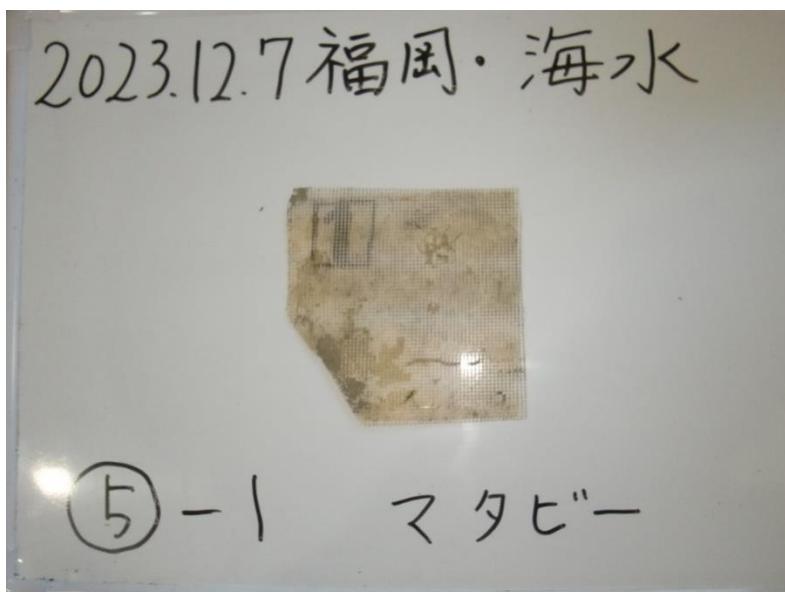


写真 4-4-31

2023/04/13 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

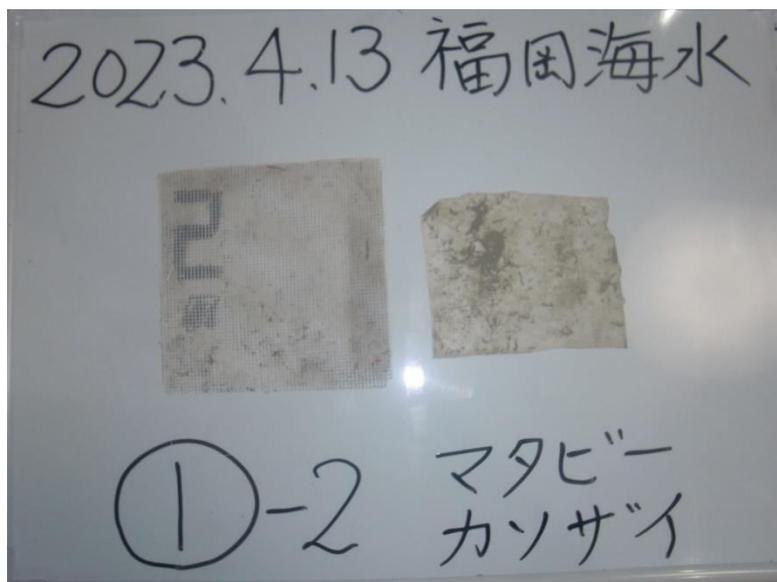


写真 4-4-32

2023/12/07 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム 分解消失

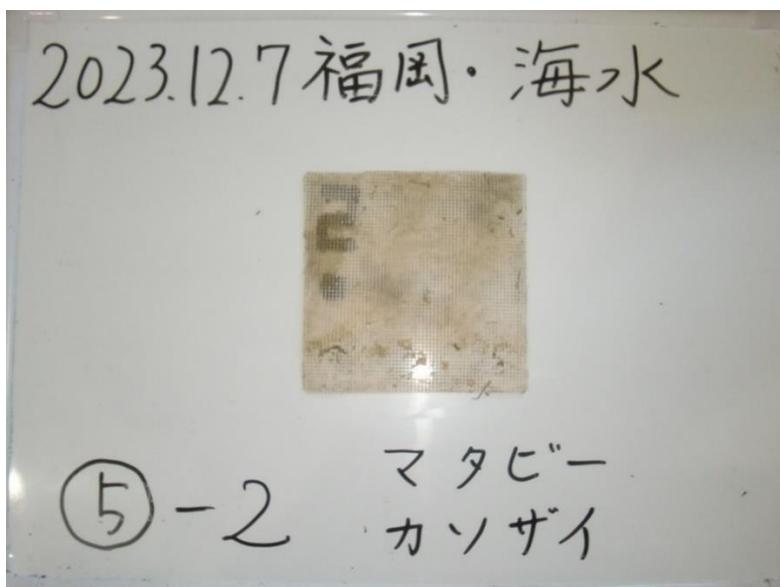


写真 4-4-33

2023/04/13 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第1回引上げ試験物品
写真 セルロース製シート

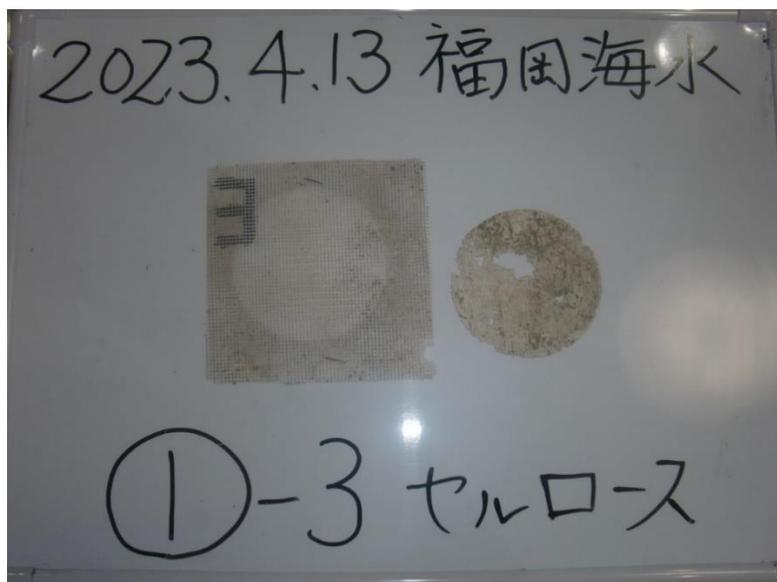


写真 4-4-34

2023/12/07 福岡県・海水 西福岡マリーナマリノア 第5回引上げ試験物品
写真 セルロース製シート 分解消失

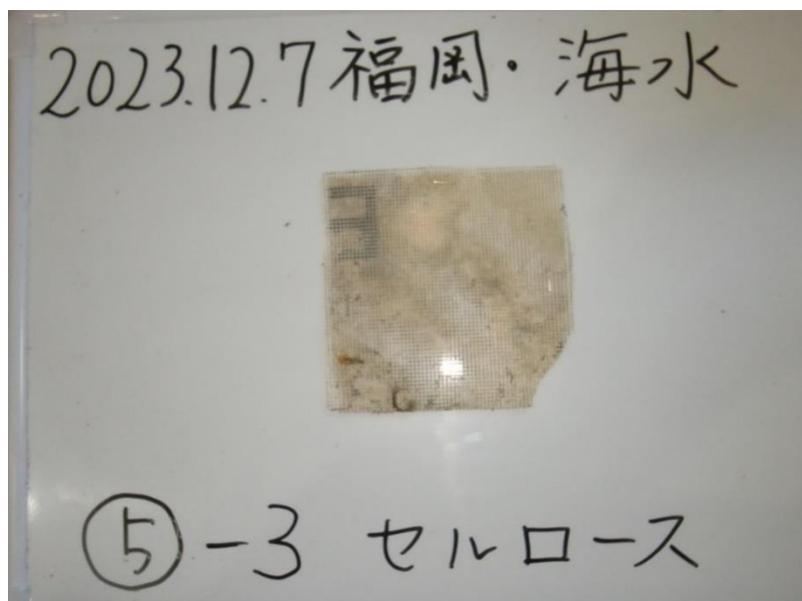


写真 4-4-35

2023/02/16 設置 淡水 北山湖

写真 設置状況



写真 4-4-36

写真 設置状況

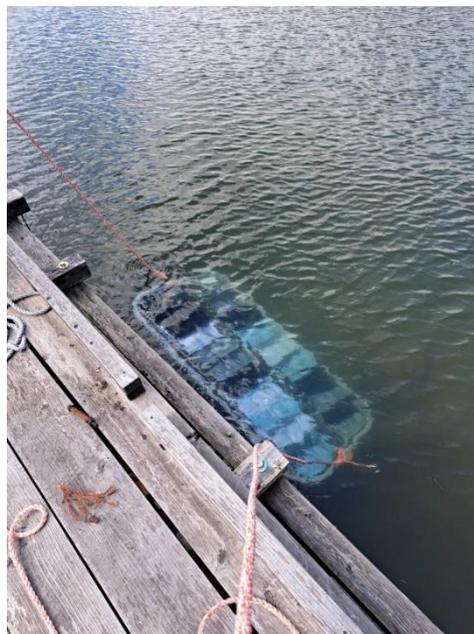


写真 4-4-37

福岡・淡水 北山湖

				サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 5	サンプル 4	
				開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
日付目安				2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1
引上日				2023/2/16	2023/4/13	2023/6/8	2023/8/28	2023/10/12	2023/12/7
淡水	マタビ-	重量			0.1749	0.1560	0.0537	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.033	0.143	記録なし		
			角1		0.072	0.054			
			角2		0.036	0.066			
			平均		0.047	0.087	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	マタビ-& 可塑剤	重量			0.3012	0.2130	0.0956	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.085	0.086	0.123		
			角1		0.104	0.124	0.049		
			角2		0.093	0.101	0.148		
			平均		0.094	0.104	0.107	#DIV/0!	#DIV/0!
	セルロース	重量			0.6922	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし	分解記録なし
		厚さ	中心		0.251				
			角1		0.256				
			角2		0.236				
			平均		0.248	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

2023/04/13 福岡・淡水 北山湖 第1回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

① Mater-Biのみ

② Mater-Bi+バイオマス粉含有

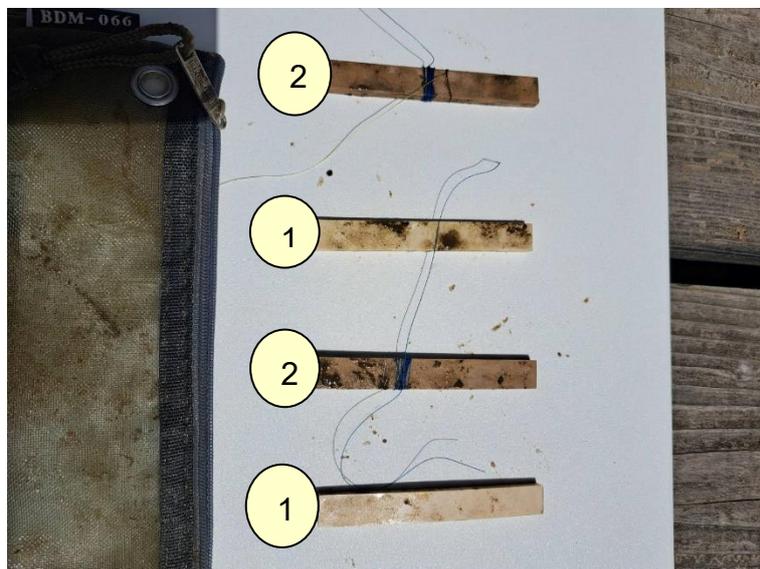


写真 4-4-38

2023/12/07 福岡・淡水 北山湖 第5回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

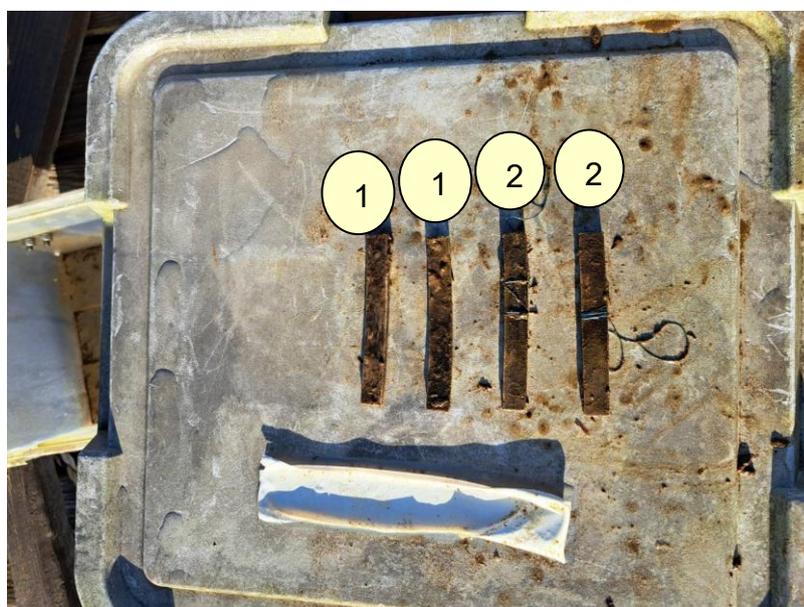


写真 4-4-39

2023/04/13 福岡・淡水 北山湖 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

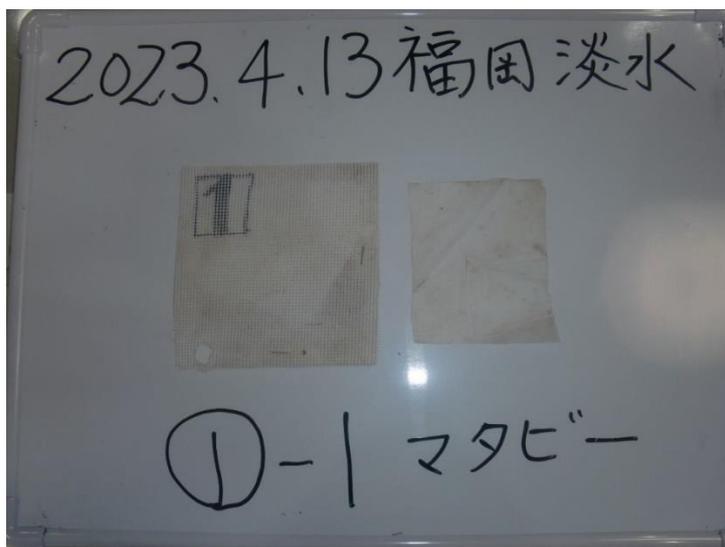


写真 4-4-40

2023/12/07 福岡・淡水 北山湖 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム 分解消失

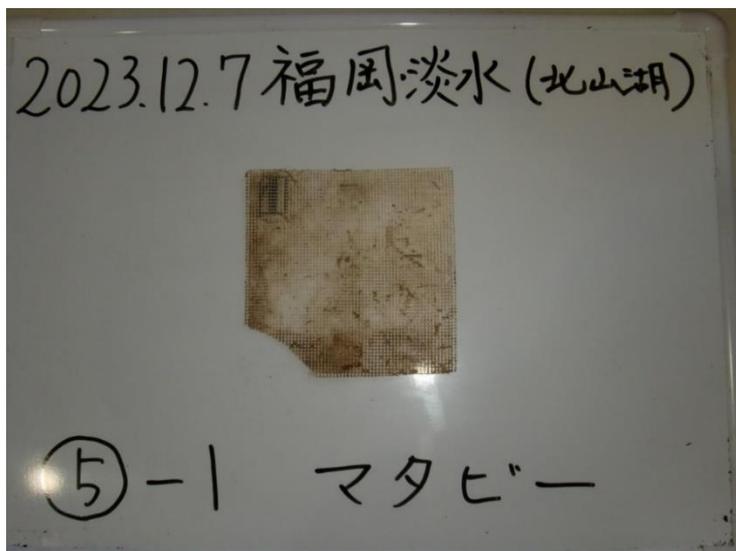


写真 4-4-41

2023/04/13 福岡・淡水 北山湖 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

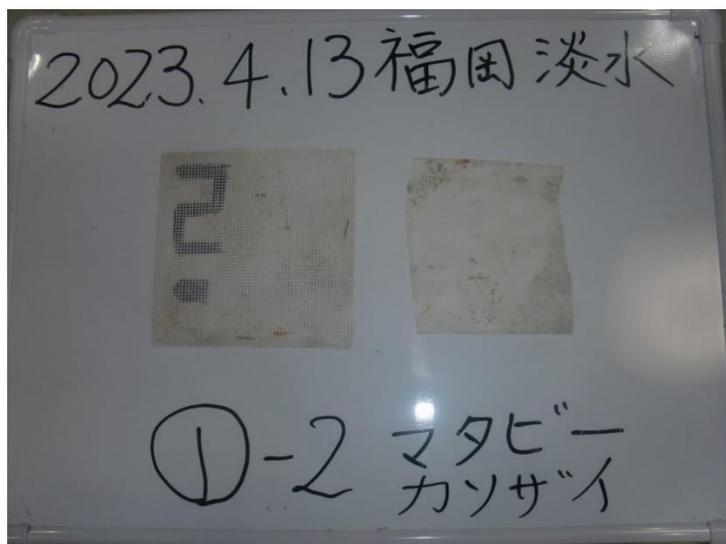


写真 4-4-42

2023/12/07 福岡・淡水 北山湖 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム 分解消失

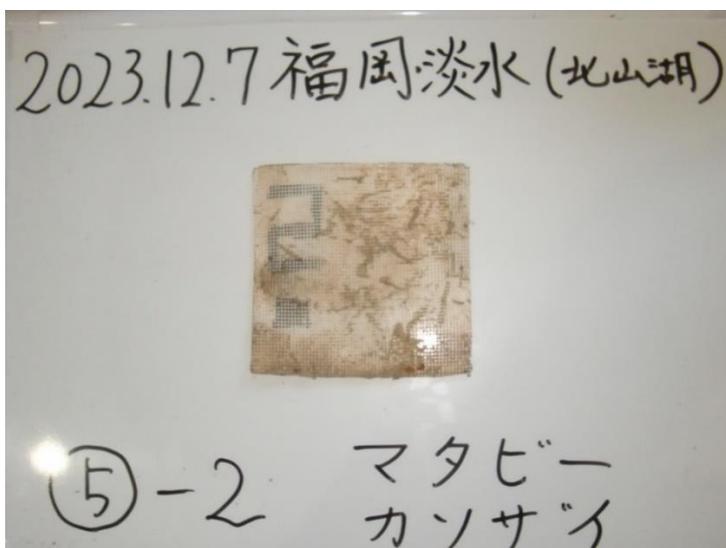


写真 4-4-43

2023/04/13 福岡・淡水 北山湖 第1回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート

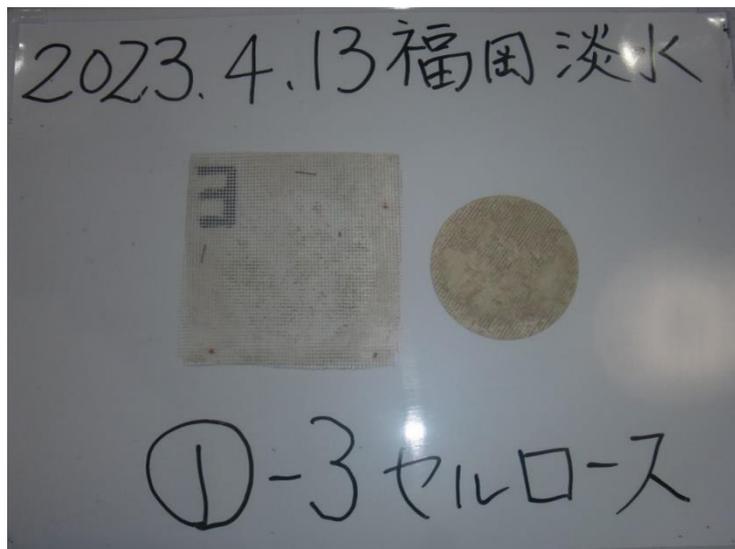


写真 4-4-44

2023/12/07 福岡・淡水 北山湖 第5回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート 分解消失

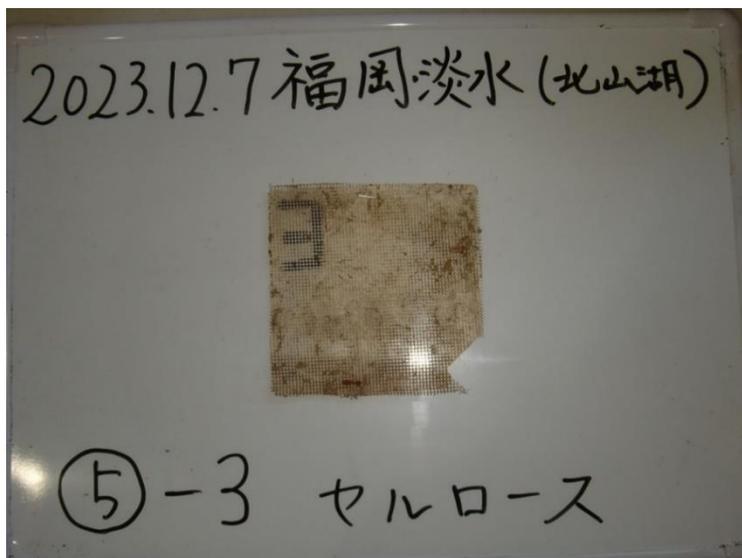


写真 4-4-45

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 設置場所



写真 4-4-46

写真 設置状況

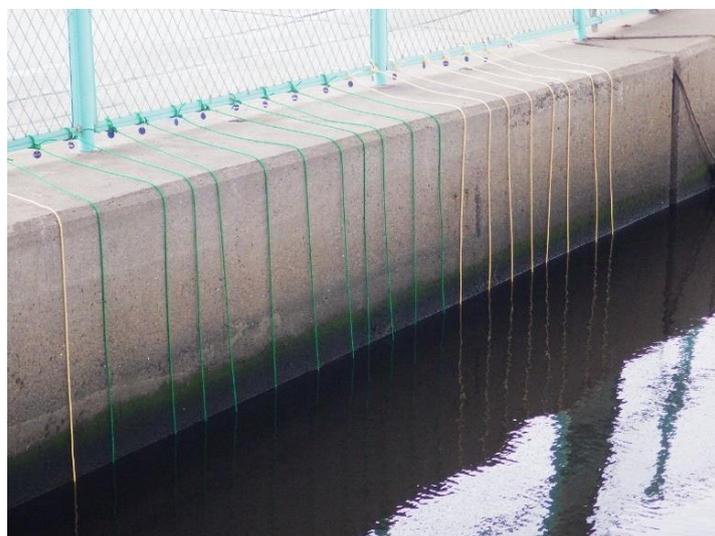


写真 4-4-47

大阪・海水 大阪湾

			サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5		
			開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
日付目安			2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1	
引上日			2023/2/13	2023/4/15	2023/6/13	2023/8/11	2023/10/9	2023/12/23	
海水	マタビー	重量		0.2750	0.1900	0.1132	記録なし	0.1261	
		厚さ	中心		0.038	0.223	0.021		0.078
			角1		0.074	0.098	0.033		0.235
			角2		0.047	0.175	0.023		0.235
			平均		0.053	0.165	0.026	#DIV/0!	0.183
	マタビー & 可塑剤	重量		0.2600	0.3050	0.2052	0.1511	0.1253	
		厚さ	中心		0.059	0.021	0.045	0.114	0.223
			角1		0.064	0.096	0.052	0.131	0.126
			角2		0.078	0.136	0.045	0.116	0.128
			平均		0.067	0.084	0.047	0.120	0.159
	セルロース	重量		記録なし	記録なし	記録なし	記録なし	記録なし	
		厚さ	中心						
			角1						
			角2						
			平均		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

2023/04/15 大阪・海水 大阪湾 第1回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

③ Mater-Biのみ

④ Mater-Bi+バイオマス粉含有

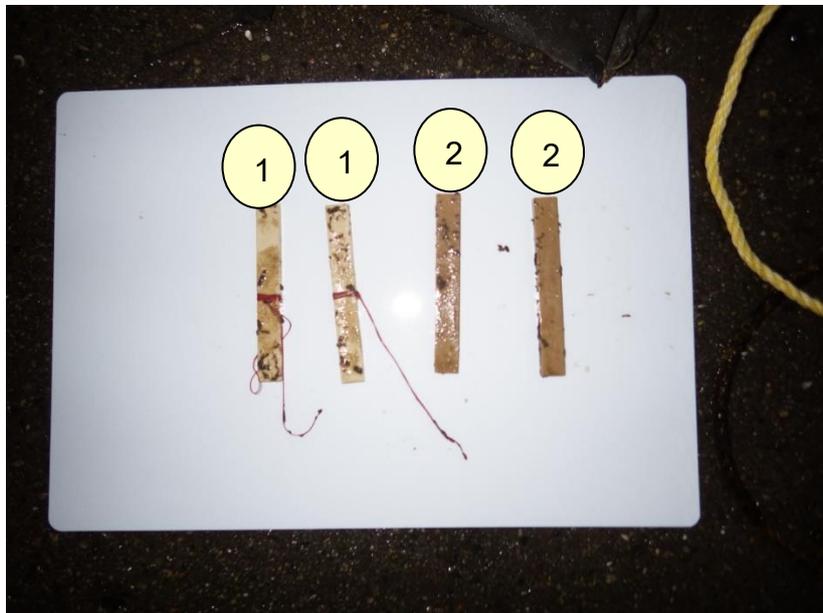


写真 4-4-48

2023/06/13 大阪・海水 大阪湾 第2回引上げ試験物品

(試験物品ロストした為その後は計測不可)

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

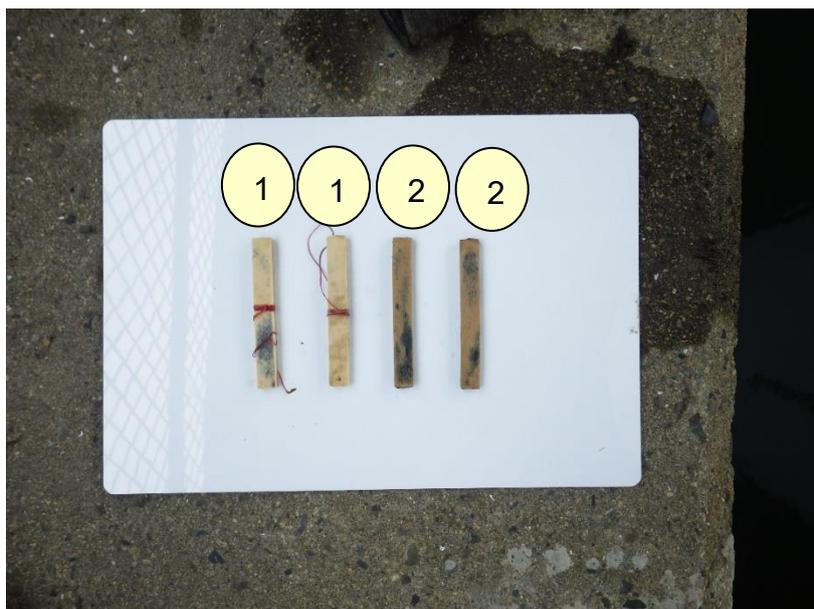


写真 4-4-49

2023/04/15 大阪・海水 大阪湾 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

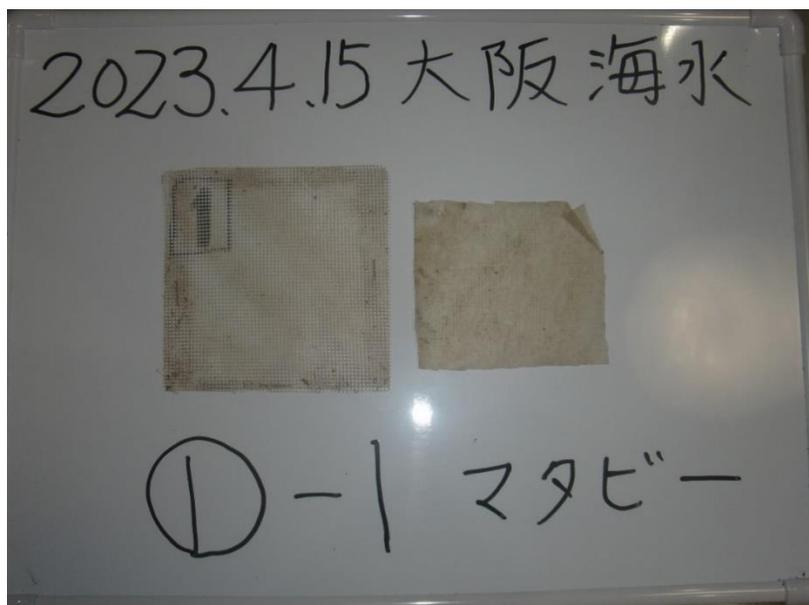


写真 4-4-50

2023/10/09 大阪・海水 大阪湾 第4回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム 分解消失

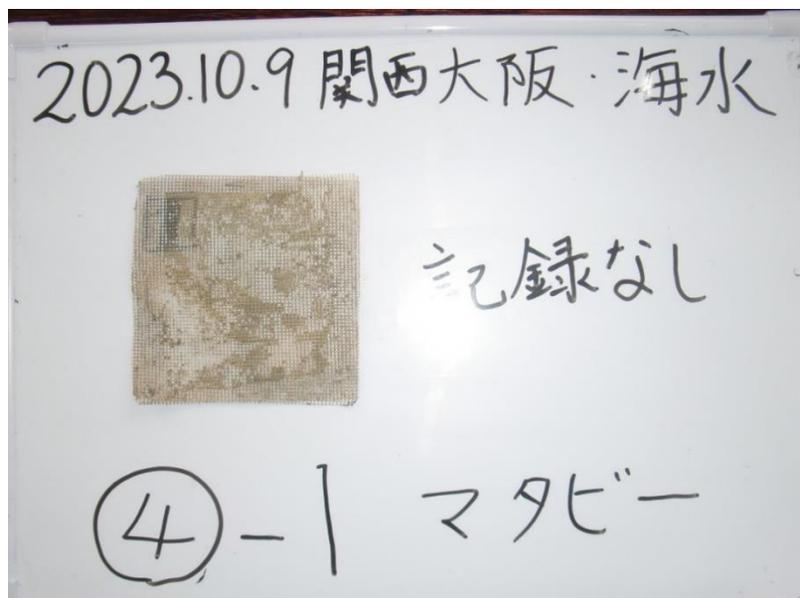


写真 4-4-51

2023/12/23 大阪・海水 大阪湾 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム ポロポロに分解されているが残っている状態

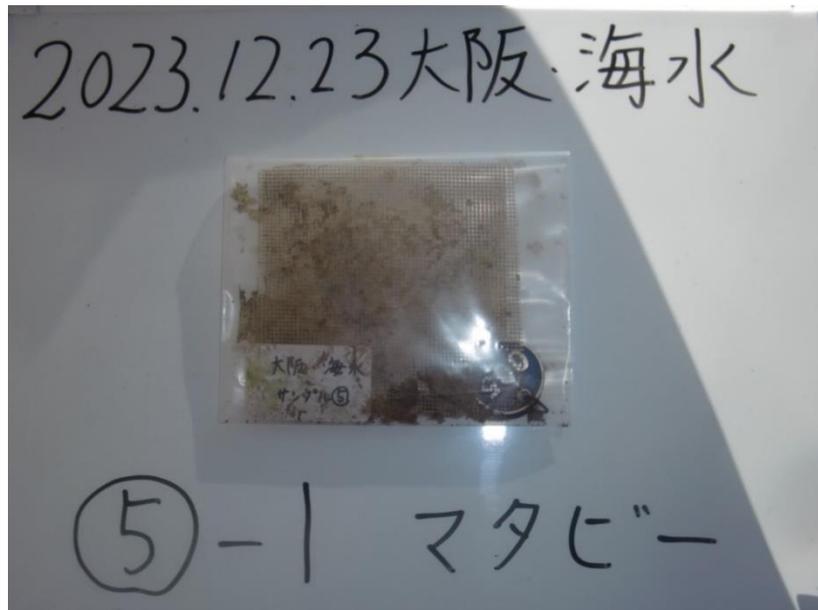


写真 4-4-52

4回目の引上げでは分解消失していたが、5回目の試験物品はポロポロだが、少し残っていた。

2023/04/13 大阪・海水 大阪湾 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

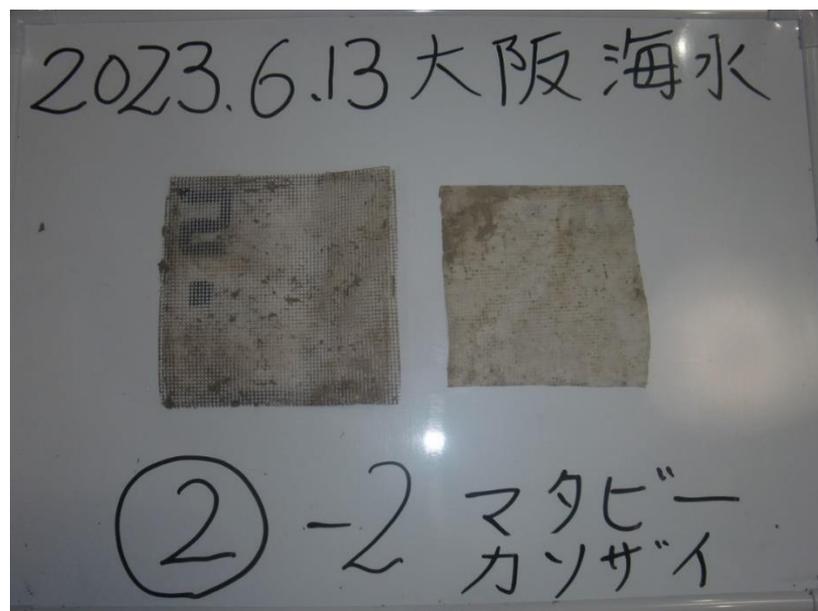


写真 4-4-53

2023/12/23 大阪・海水 大阪湾 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム ボロボロになっている。

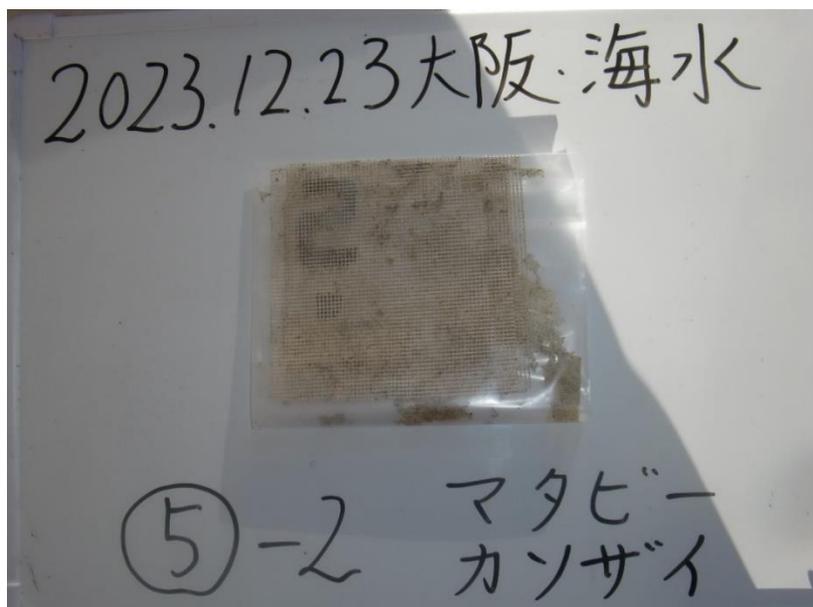


写真 4-4-54

2023/04/15 大阪・海水 大阪湾 第1回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート 分解消失

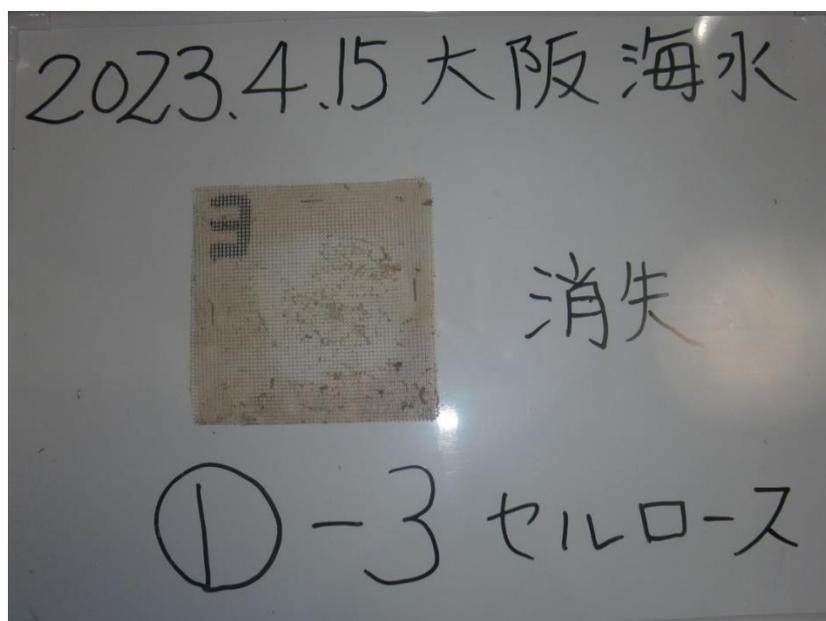


写真 4-4-55

2023/12/23 大阪・海水 大阪湾 第5回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート 分解消失

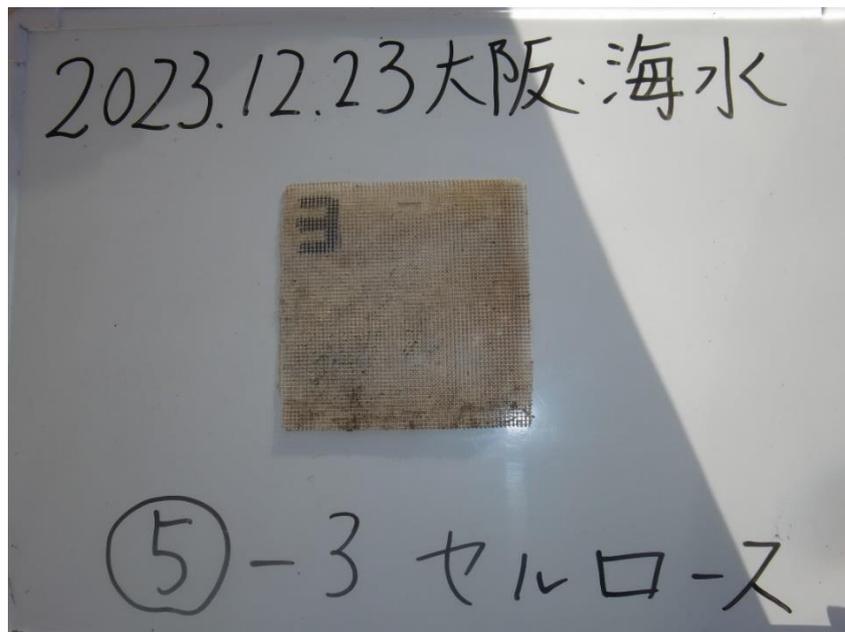


写真 4-4-56

2023/02/22 設置 関西・淡水 隠れ谷池

写真 設置場所



写真 4-4-57

写真 設置状況



写真 4-4-58

関西・淡水 隠れ谷池

			サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5		
			開始時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
日付目安			2022/12/1	2023/2/1	2023/4/1	2023/6/1	2023/8/1	2023/10/1	
引上日			2023/2/22	2023/4/17	2023/6/7	2023/8/10	2023/10/9	2023/12/25	
淡水	マタビ-	重量		0.1840	0.2060	0.2197	記録なし	記録なし	
		厚さ	中心		0.026	0.058	記録なし		
			角1		0.031	0.174			
			角2		0.040	0.106			
			平均		0.032	0.113	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	マタビ-& 可塑剤	重量		0.2470	0.2540	0.2120	記録なし	記録なし	
		厚さ	中心		0.041	0.084	0.088		
			角1		0.051	0.118	0.120		
			角2		0.086	0.188	0.100		
			平均		0.059	0.130	0.103	#DIV/0!	#DIV/0!
	セルロース	重量		0.0224	記録なし	記録なし	記録なし	記録なし	
		厚さ	中心		0.160				
			角1		0.203				
			角2		0.292				
			平均		0.218	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

2023/04/17 関西・淡水 隠れ谷池 第1回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

⑤ Mater-Biのみ

⑥ Mater-Bi+バイオマス粉含有

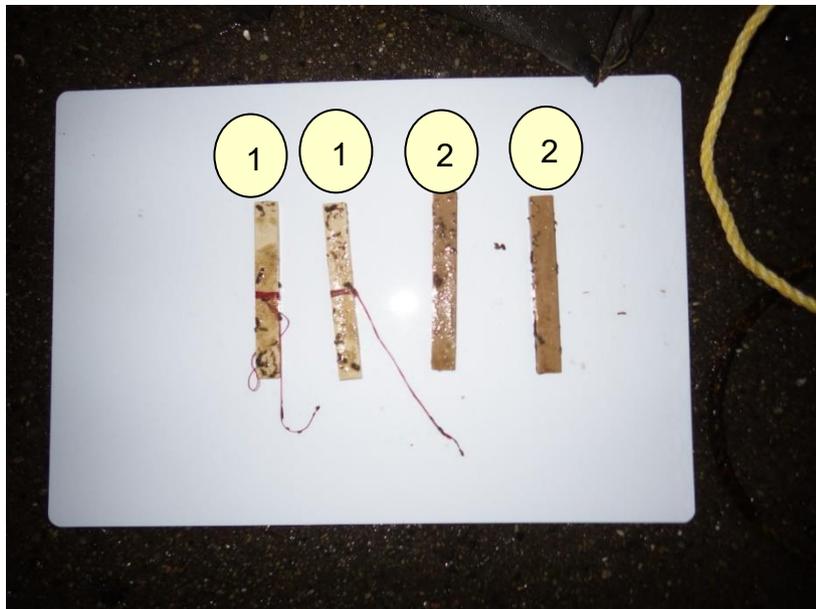


写真 4-4-59

2023/12/25 関西・淡水 隠れ谷池 第5回引上げ試験物品

写真 ルアーに見立てた試験サンプル外観

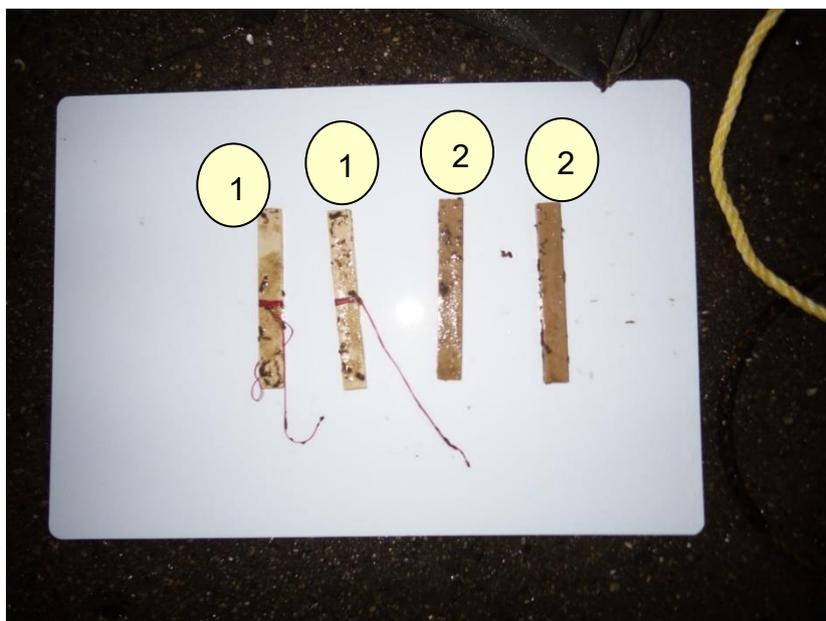


写真 4-4-60

2023/04/17 関西・淡水 隠れ谷池 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム

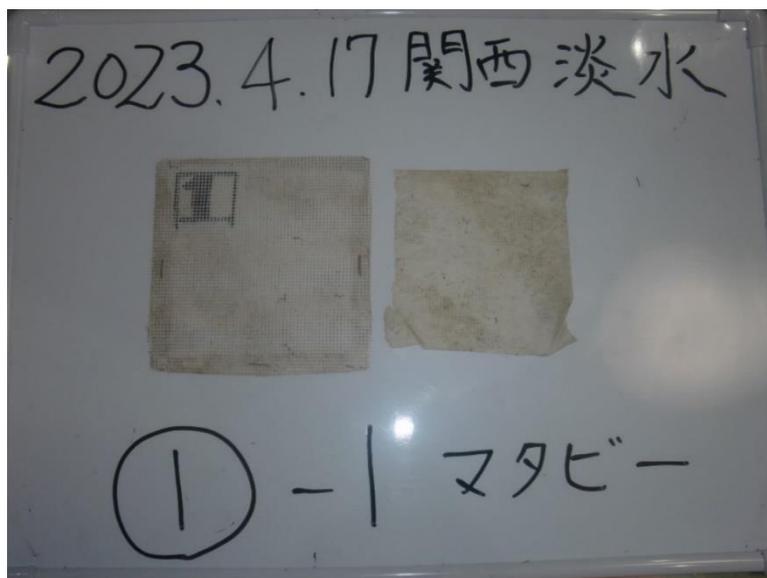


写真 4-4-61

2023/12/25 関西・淡水 隠れ谷池 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi 製フィルム 分解消失



写真 4-4-62

2023/04/17 関西・淡水 隠れ谷池 第1回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム

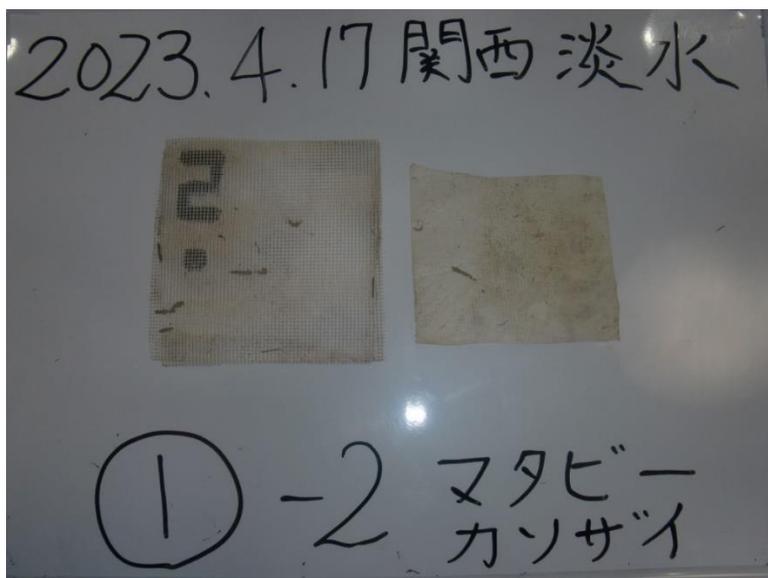


写真 4-4-63

2023/12/25 関西・淡水 隠れ谷池 第5回引上げ試験物品

写真 Mater-Bi+可塑剤製フィルム 分解消失



写真 4-4-64

2023/04/17 関西・淡水 隠れ谷池 第1回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート

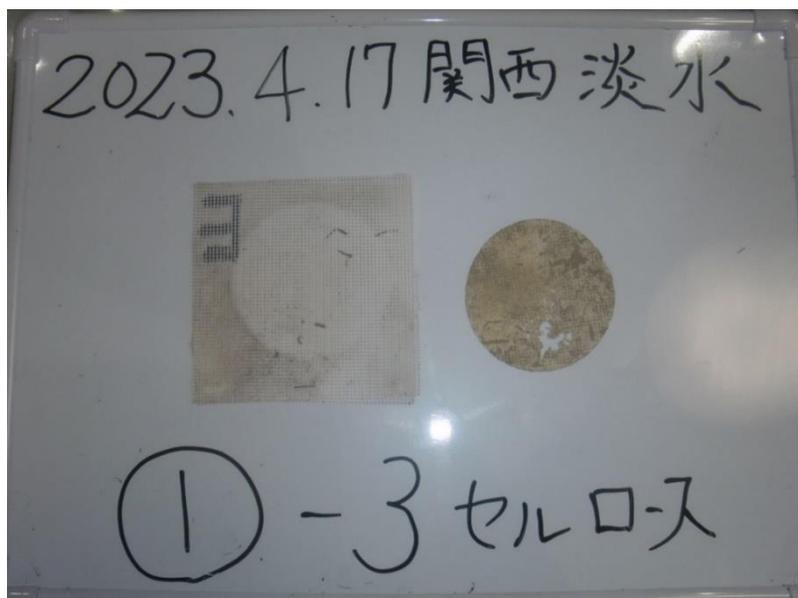


写真 4-4-65

2023/12/25 関西・淡水 隠れ谷池 第5回引上げ試験物品

写真 セルロース製シート 分解消失

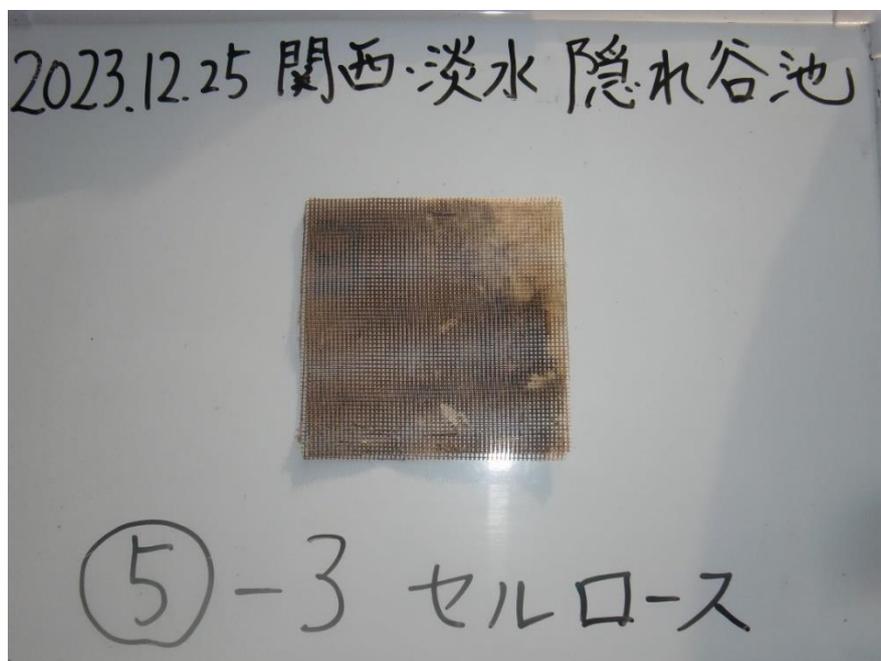


写真 4-4-66

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

- ・既存の Feco 認定制度があるので、そちらを基本に日本バスプロ協会・日本バスクラブの協力を得て認証制度の準備中。

- ・2024 年春頃に、生分解性ルアーのテスト販売をアンケート付きで 2024 年春頃実施の予定。日本バスプロ協会・日本バスクラブをはじめ幅広い釣り人の方々に情報収集を行う。

- ・生分解性のアピール方法については、アピールすることにより、ポイ捨てを助長してしまう結果にはならないよう、生分解ルアーの実際の使用感を関係者よりフィードバックを得た上で、慎重に協議を進めていく。生分解ルアーの試作品は 3 月に製造完了予定。完成後、実際に使用を開始する。

- ・生分解ルアーにおいて、使用回数や交換のタイミングにおいても、今後は使用感のフィードバックを集めた上で具体化していく予定のため、もう少し時間が掛かる。生分解ルアーの試作品は 3 月に製造完了予定。完成後、実際に使用を開始する。

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令和 5 年 11 月 23 日（木） 参加者：550名

山梨県富士吉田市 内容：生分解性ルアー研究についての進捗度合いを説明

山梨県富士河口湖町大石 内容：生分解性ルアー研究所の見学会を実施

山梨県富士吉田市にて生分解性ルアーの普及活動を釣り関係者（メディア、製造業者、資材関係者、小売店、各地漁協関係者釣具メーカー、フィッシングカレッジの学生）釣り人等に実施した。

現在は、内水面のバスフィッシングでは Feco 認定品での釣りを実現しているので、普及委員を中心に少しずつ広げる準備中。2024年春には生分解性ルアーのテスト販売をアンケート付きで行う予定なので、更に認知度を上げるようにしていく。

認定特定非営利活動法人日本釣り環境保全代表理事山下茂より、生分解性ルアー研究の現在の進捗度合いを説明した。

写真 説明会の様子



写真 6-1-1

日本各地で活躍している、日本バスプロ協会・日本バスクラブ・(一社)全日本釣り協議会が協力して発足した生分解性ルアー普及委員会。生分解性ルアーの情報収集や、今後の普及活動も行っていく。

写真 説明会の様子



写真 6-1-2

写真 説明会の様子



写真 6-1-3

写真 生分解性ルアー研究所見学会の様子



写真 6-1-4

写真 生分解性ルアー研究所見学会の様子



写真 6-1-5

写真 生分解性ルアー研究所見学会の様子



写真 6-1-6

写真 生分解性ルアー Mater-Bi+バイオマス粉 30% (ハードルアー)



写真 6-1-7

写真 生分解性ルアーでテスト釣りの様子



写真 6-1-8

写真 生分解性ルアーでテスト釣りの様子



写真 6-1-9

6.2 2023 年度普及啓発活動委員会活動日程表

	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5月5日	野尻湖
59	2023年5月13日	北山湖
60	2023年5月14日	桧原湖
61	2023年5月14日	山中湖
62	2023年5月14日	津風呂湖
63	2023年5月14日	高滝湖
64	2023年5月14日	東条湖
65	2023年5月14日	生野銀山湖
66	2023年5月14日	野尻湖
67	2023年5月21日	生野銀山湖
68	2023年5月21日	利根川
69	2023年5月21日	加古川西岸
70	2023年5月21日	前川ダム
71	2023年5月21日	印旛沼
72	2023年5月21日	琵琶湖
73	2023年5月21日	旧吉野川
74	2023年5月21日	北山湖
75	2023年5月24日	亀山ダム
76	2023年5月28日	北山湖
77	2023年5月28日	東条湖
78	2023年5月28日	芦田川

79	2023年5月28日	四十四ダム
80	2023年5月28日	淀川
81	2023年6月2日	小野湖
82	2023年6月2日	東条湖
83	2023年6月3日	北山湖
84	2023年6月4日	神次郎
85	2023年6月4日	大山
86	2023年6月4日	高滝湖
87	2023年6月4日	西の湖
88	2023年6月4日	布目ダム
89	2023年6月4日	高梁川
90	2023年6月11日	旧吉野川
91	2023年6月11日	曾原湖
92	2023年6月11日	神流湖
93	2023年6月11日	津久井湖
94	2023年6月11日	入鹿池
95	2023年6月11日	琵琶湖
96	2023年6月11日	津風呂湖
97	2023年6月11日	生野銀山湖
98	2023年6月11日	遠賀川
99	2023年6月14日	亀山ダム
100	2023年6月17日	河口湖
101	2023年6月18日	河口湖
102	2023年6月18日	津風呂湖
103	2023年6月18日	加古川西岸
104	2023年6月18日	四十四ダム
105	2023年6月18日	霞ヶ浦
106	2023年6月18日	印旛沼
107	2023年6月18日	弥栄湖
108	2023年6月23日	東条湖
109	2023年6月24日	霞ヶ浦

110	2023年6月24日	河口湖
111	2023年6月25日	霞ヶ浦
112	2023年6月25日	入鹿池
113	2023年6月25日	山中湖
114	2023年6月25日	河口湖
115	2023年6月25日	榛名湖
116	2023年6月25日	野尻湖
117	2023年6月25日	琵琶湖
118	2023年6月25日	布目ダム
119	2023年6月25日	淀川
120	2023年6月25日	東条湖
121	2023年6月25日	野村ダム
122	2023年7月1日	北山湖
123	2023年7月2日	生野銀山湖
124	2023年7月2日	大山
125	2023年7月2日	神流湖
126	2023年7月2日	入鹿池
127	2023年7月2日	七色ダム
128	2023年7月5日	亀山ダム
129	2023年7月6日	河口湖
130	2023年7月7日	東条湖
131	2023年7月9日	山中湖
132	2023年7月9日	東条湖
133	2023年7月9日	桧原湖
134	2023年7月9日	霞ヶ浦
135	2023年7月9日	印旛沼
136	2023年7月9日	津風呂湖
137	2023年7月9日	池原ダム
138	2023年7月9日	生野銀山湖
139	2023年7月14日	霞ヶ浦
140	2023年7月15日	河口湖

141	2023年7月16日	田井ノ瀬
142	2023年7月16日	相模湖
143	2023年7月16日	榛名湖
144	2023年7月16日	布目ダム
145	2023年7月16日	旧吉野川
146	2023年7月16日	北山湖
147	2023年7月16日	野尻湖
148	2023年7月18日	新利根
149	2023年7月22日	桧原湖
150	2023年7月23日	桧原湖
151	2023年7月23日	津風呂湖
152	2023年7月23日	河口湖
153	2023年7月23日	加古川西岸
154	2023年7月23日	北浦
155	2023年7月23日	旭川ダム
156	2023年7月23日	弥栄湖
157	2023年7月23日	野村ダム
158	2023年7月28日	東条湖
159	2023年7月29日	霞ヶ浦
160	2023年7月30日	前川ダム
161	2023年7月30日	野尻湖
162	2023年7月30日	入鹿池
163	2023年7月30日	琵琶湖
164	2023年7月30日	西の湖
165	2023年7月30日	七色ダム
166	2023年7月30日	淀川
167	2023年7月30日	東条湖
168	2023年7月30日	高梁川
169	2023年8月3日	河口湖
170	2023年8月4日	津風呂湖
171	2023年8月5日	北山湖

172	2023年8月6日	高梁川
173	2023年8月6日	前川ダム
174	2023年8月6日	加古川西岸
175	2023年8月6日	桧原湖
176	2023年8月6日	大山
177	2023年8月6日	神流湖
178	2023年8月6日	津風呂湖
179	2023年8月6日	池原ダム
180	2023年8月6日	北山湖
181	2023年8月11日	芦ノ湖
182	2023年8月12日	芦ノ湖
183	2023年8月13日	北浦
184	2023年8月13日	河口湖
185	2023年8月13日	入鹿池
186	2023年8月13日	野尻湖
187	2023年8月19日	河口湖
188	2023年8月20日	河口湖
189	2023年8月20日	田井ノ瀬
190	2023年8月20日	榛名湖
191	2023年8月20日	野尻湖
192	2023年8月20日	東条湖
193	2023年8月20日	旭川ダム
194	2023年8月20日	弥栄湖
195	2023年8月20日	旧吉野川
196	2023年8月20日	遠賀川
197	2023年8月26日	桧原湖
198	2023年8月27日	桧原湖
199	2023年8月27日	山中湖
200	2023年8月27日	津風呂湖
201	2023年8月27日	高梁川
202	2023年8月27日	遠賀川

203	2023年 8月 27日	霞ヶ浦
204	2023年 8月 27日	野村ダム
205	2023年 9月 2日	霞ヶ浦
206	2023年 9月 3日	霞ヶ浦
207	2023年 9月 3日	入鹿池
208	2023年 9月 3日	遠賀川
209	2023年 9月 3日	東条湖
210	2023年 9月 3日	旧吉野川
211	2023年 9月 3日	桧原湖
212	2023年 9月 3日	芦ノ湖
213	2023年 9月 3日	山中湖
214	2023年 9月 3日	津風呂湖
215	2023年 9月 3日	淀川
216	2023年 9月 3日	生野銀山湖
217	2023年 9月 3日	弥栄湖
218	2023年 9月 8日	桧原湖
219	2023年 9月 10日	田井ノ瀬
220	2023年 9月 10日	前川ダム
221	2023年 9月 10日	大山
222	2023年 9月 10日	高滝湖
223	2023年 9月 10日	津久井湖
224	2023年 9月 10日	西の湖
225	2023年 9月 10日	池原ダム
226	2023年 9月 10日	東条湖
227	2023年 9月 10日	高梁川
228	2023年 9月 16日	河口湖
229	2023年 9月 16日	舞洲
230	2023年 9月 17日	河口湖
231	2023年 9月 17日	津風呂湖
232	2023年 9月 17日	霞ヶ浦
233	2023年 9月 17日	印旛沼

234	2023年9月17日	野尻湖
235	2023年9月17日	三瀬谷
236	2023年9月17日	高梁川
237	2023年9月19日	新利根
238	2023年9月21日	河口湖
239	2023年9月23日	桧原湖
240	2023年9月23日	河口湖
241	2023年9月24日	桧原湖
242	2023年9月24日	山中湖
243	2023年9月24日	生野銀山湖
244	2023年9月24日	高梁川
245	2023年9月24日	北浦
246	2023年9月24日	入鹿池
247	2023年9月27日	亀山ダム
248	2023年9月30日	河口湖
249	2023年10月1日	大山
250	2023年10月1日	津風呂湖
251	2023年10月1日	弥栄湖
252	2023年10月1日	河口湖
253	2023年10月3日	新利根
254	2023年10月7日	芦ノ湖
255	2023年10月7日	河口湖
256	2023年10月8日	霞ヶ浦
257	2023年10月8日	入鹿池
258	2023年10月8日	田井ノ瀬
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	七川ダム
262	2023年10月8日	生野銀山湖
263	2023年10月13日	遠賀川
264	2023年10月14日	野尻湖

265	2023年10月15日	遠賀川
266	2023年10月15日	三瀬谷
267	2023年10月15日	東条湖
268	2023年10月15日	潮来市
269	2023年10月21日	河口湖/生野
270	2023年10月22日	芦田川
271	2023年10月29日	山中湖
272	2023年10月29日	布目ダム
273	2023年11月3日	亀山湖
274	2023年11月4日	河口湖
275	2023年11月12日	亀山湖
276	2023年11月19日	芦ノ湖

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 7-1-1-1 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。なお、これらのシナリオはあくまで焼却やリサイクルといった手法ごとの比較である。

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 7-1-1-1 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

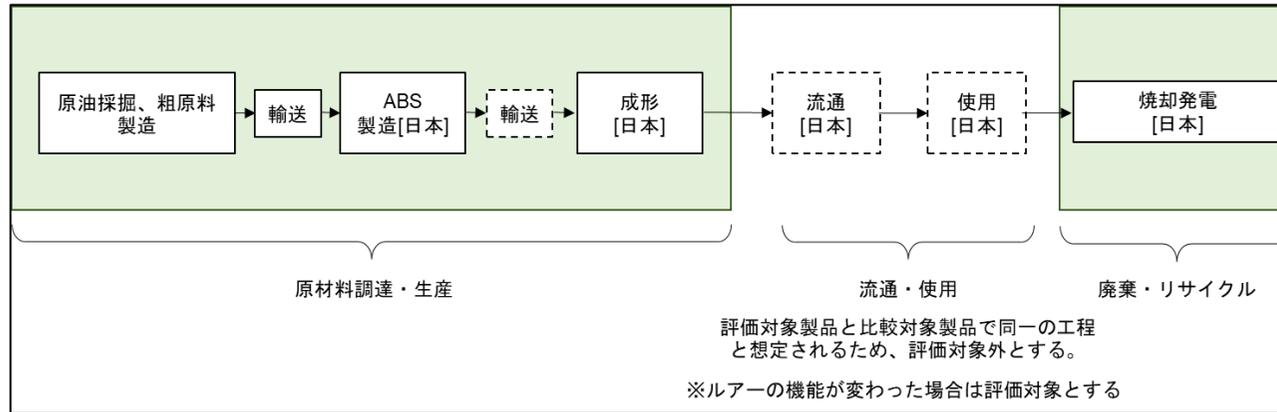
システム境界の概要を以下に示す。流通・使用段階は各シナリオで共通のため、原料調達・生産と廃棄・リサイクルを評価対象範囲とした。副産物の評価にあたっては、負荷回避法[1]を用いた。なお、Mater-Bi の生産国（イタリア）からの輸送については、十分なデータが得られなかったため評価範囲外とした。

発電焼却（図 7-1-2-1）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 7-1-2-2）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 7-1-2-3）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

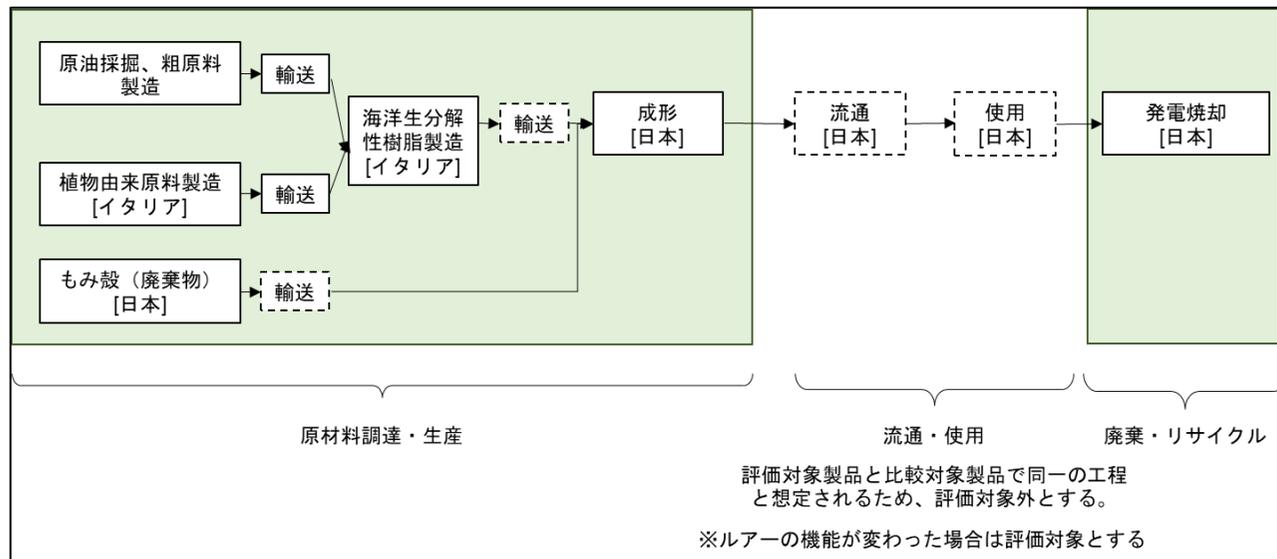
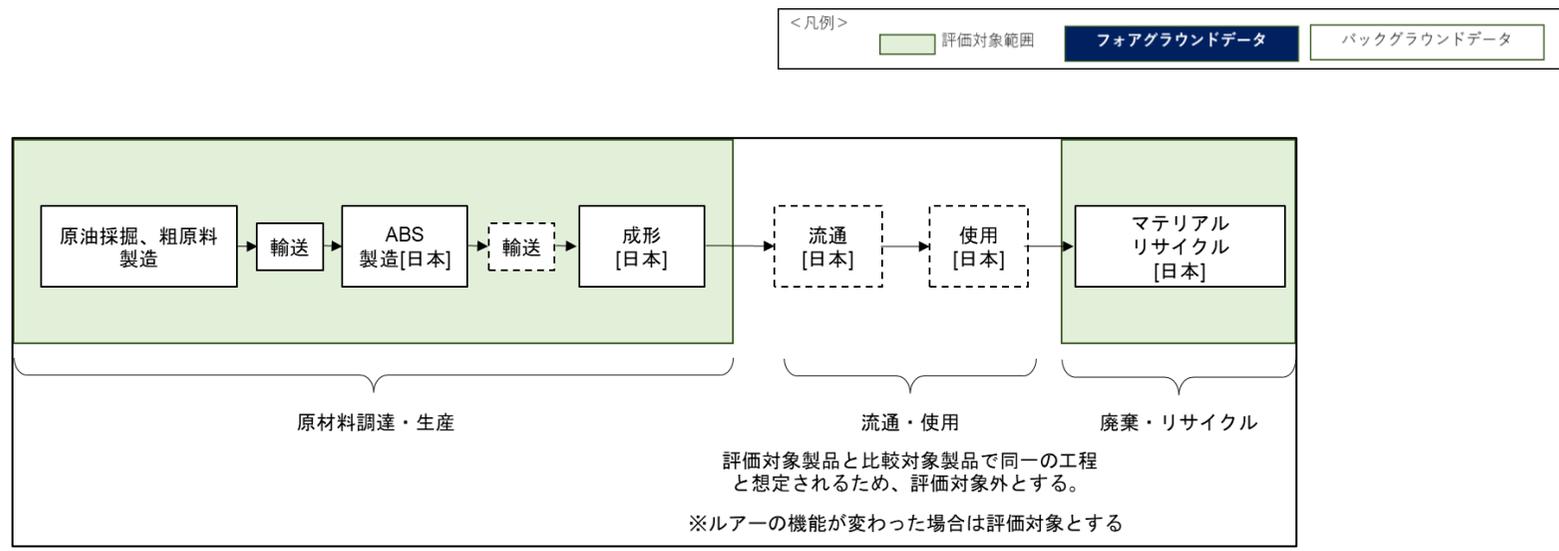


図 7-1-2-1 発電焼却のシステム境界

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 7-1-2-2 マテリアルリサイクルのシステム境界

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 7-2-2-1 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。なお、もみ殻粉碎時の電力消費はプロセス全体の電力消費と比較して小さいことからカットオフした。

表 7-2-2-1 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(1)をもとに算定した。なお、熱は電気によって供給するとした。計算に使用した値を表 7-2-2-2 に、計算結果を表 7-2-2-3 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。

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

表 7-2-2-2 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	[°C]	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 7-2-2-3 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 7-2-2-4 に示す。なお、1 kWh = 3.6 MJ である。

表 7-2-2-4 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 7-2-2-5 に示す。

表 7-2-2-5 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 7-3-1-1）。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 7-3-1-1 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 結果を表 7-3-2-1 及び表 7-3-2-2 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。

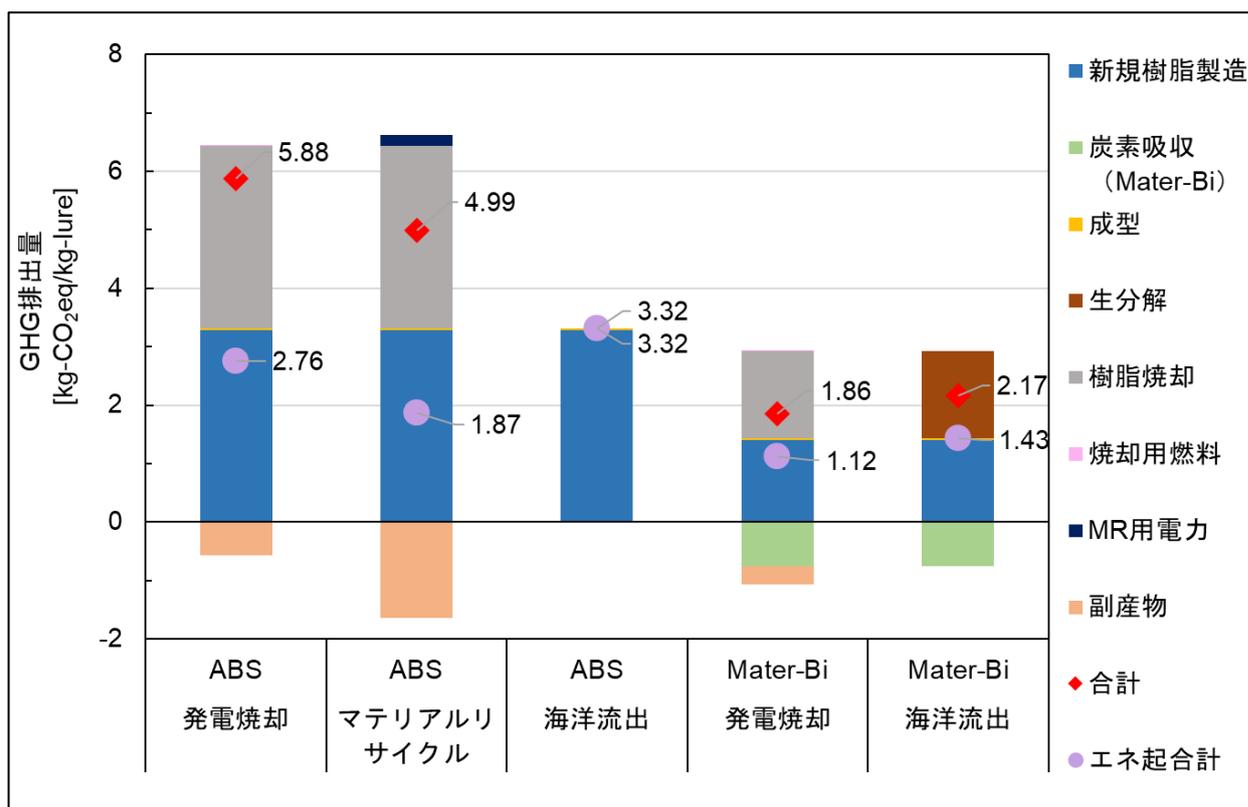


表 7-3-2-1 LCIA 結果

表 7-3-2-2 LCIA 結果 (単位 : kg-CO₂eq/kg-ルアー)

プロセス		ABS 発電焼却	ABS マテリアル リサイクル	ABS 海洋流出	Mater-Bi 発電焼却	Mater-Bi 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、発電焼却を行うことで、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 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は文献値を使用して計算したため、実際のフォアグラウンドデータとは異なる可能性がある。

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

今回の評価では可塑剤の混練や塗料・ラメ等の使用による GHG 排出を考慮していないことから、実際のルアー由来の GHG 排出量は今回の算定結果と異なる可能性がある。

8 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).