

1. ムラサキイガイの採集および海産汚損生物の種組成の調査・解析

三洋テクノマリン株式会社 塩谷 剛
創価大学工学部 学術研究支援員 長尾 宣夫

【研究目的】

海洋汚損生物は、本プロジェクトで主に取り扱うムラサキイガイ等の貝類の他に、不定期に漂着する海藻類、沿岸域の富栄養化によって一時的に増殖するアオサ等の緑藻類等の多種多様な生物によって構成されている。本プロジェクトは、塩分を含んだ海洋汚損生物の処理対策の一環として、エネルギー化による再資源化技術の実用化研究に取り組んでいる。効率的な海産汚損生物の処理を実施するためには、実際の処理対象物の種類、化学成分や排出状況の実態を調査し、排出現場のニーズを把握する必要がある。

一般に海洋沿岸域で排出される海洋汚損生物は、船底や魚網等から除去された後、焼却や埋立等によって粗法的に処理されているため生物組成や汚損状況を詳細に調査した例は極めて少ない。そこで、平成 20 年度に沿岸海域の防波堤、平成 21 年度にはより直接的な汚損被害が報告されているロープや漁網に付着した汚損生物の種組成について調査を行った。

本プロジェクトで研究開発を行うメタン発酵プロセスでは、殻に覆われた貝類が対象基質となる。貝殻に覆われた貝を各種分解実験に利用するためには、それに含まれる有機炭素量や付着海水量を算出する必要がある。特に、処理の際にムラサキイガイが持ち込む海水により、リアクター内で上昇する塩分濃度は生物プロセスに大きな影響を与える。そこで本テーマでは、実験に利用するムラサキイガイ基質の採集ならびに汚損生物種組成の調査を行うと共に、殻長等の外部パラメータから貝殻内部に含まれる貝肉の乾燥重量を求める予測式と、殻長からリアクターに持ち込まれる海水量の予測式を求めた。

【研究方法】

平成 20 年 6 月と平成 21 年度 7 月に、岩手県大槌湾の東京大学海洋研究所国際沿岸海洋センター近傍の港湾において採取した（図 2-1-1）。平成 20 年度には、防波堤に付着した海産汚損生物を、2 箇所（測点 A、測点 B）において採取し、含まれる汚損生物の種組成ならびに種ごとの生物量を調査した（写真 2-1-1）。採集には 1 辺が 25cm 方形枠を用い、方形枠内がすべて付着生物で覆われる場所を選定し、枠内の付着生物をスクレイパーではぎ取り分析試料とした。採集した付着生物は 10%ホルマリンで固定して実験室に持ち帰った。採集試料から生物と非生物に分け、目視または実体顕微鏡下で付着生物の同定を行い、出現した種または分類群毎に湿重量を計測した。平成 21 年度には、東京大学海洋研究所 国際沿岸海洋研究センターの調査船（チャレンジャー三世, 0.7 t）にて、採集場所（貝類養殖筏設置水域）へ移動し、現地水域で 1 年間垂下したロープを回収した。ロープは、ブイにより水面下数十 cm から 2 m 程度の水深帯に垂下されていた。海洋汚損生物が付着したロープの垂下状況と、曳き揚げ時の状態を写真 2-1-2 に示す。

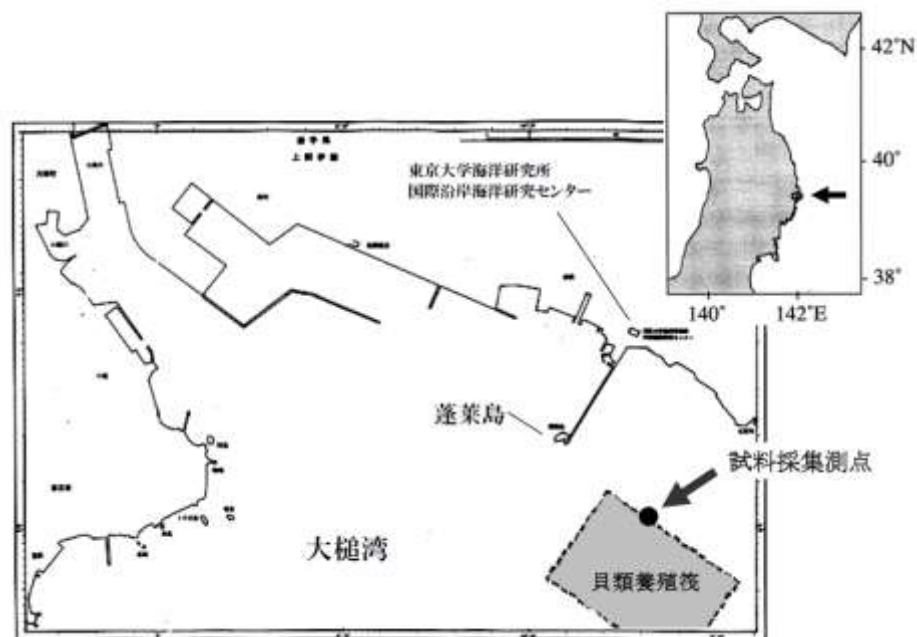


図 2-1-1. 調査地点



写真 2-1-1. 海産汚損生物の
付着状況



ロープの垂下状況



曳き揚げたロープ

写真 2-1-2. 海産汚損生物付着
ロープの垂下状況

船舶やロープ等に付着していたムラサキイガイを採取し、実験に用いた。採取した試料は、海水を満たした水槽に入れ、現場水温を維持した状態で、3時間以内に実験室まで持ち帰った。実験に用いるムラサキイガイを 500 g-wt ずつ小分けし、合計 100 kg-wt を-20℃の冷凍庫内で保存し、各実験で使用する総量を確保した。

平成 20 年度に合計 51 個体、21 年度には合計 50 個体のムラサキイガイの殻長と殻を含んだ湿重量を個体ごとに測定した。貝殻が持つ海水量を求めるため、貝殻ナイフを用いて貝が保持している海水を除去し、その質量を測定した。その後、貝肉と貝殻を分離し、60℃のオープン乾燥機内で貝肉、貝殻をそれぞれ乾燥させ、乾燥重量を求めた（写真 2-1-2）。

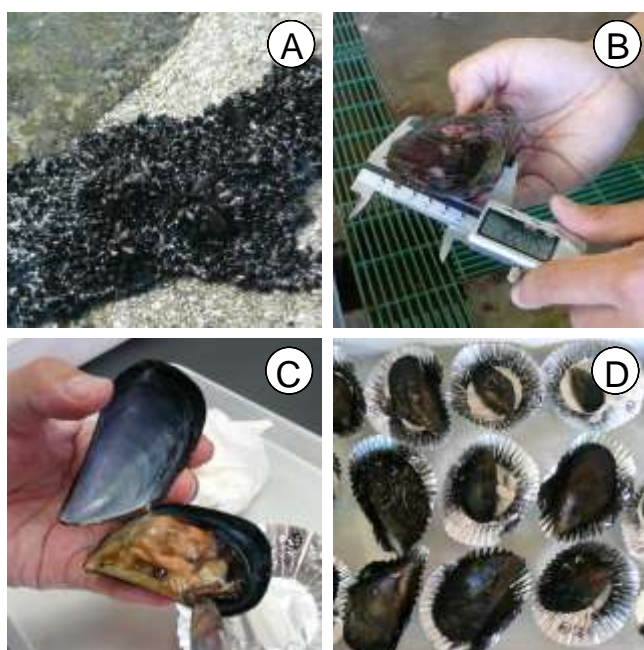


写真 2-1-2. ムラサキイガイの
採取と計測

- A: 採取した実験用の
ムラサキイガイ
- B: 貝肉の除去
- C: 貝肉と海水
- D: 個別に識別された
ムラサキイガイ

【結果と考察】

平成 20 年度における調査から、測点 A ならびに B において 7 動物門 30 種の出現が確認された。そのうち海産汚損生物は、測点 A、測点 B 共に合計 22 種であった。平成 21 年度の調査では、11 動物門 48 種類の出現が確認され、垂下ロープ 1 m あたりの付着生物の個体数は 16,476 個体 m^{-1} であった（表 2-1-1）。本節では、平成 21 年度における

結果について詳しく示す。

表 2-1-1. 出現種の一覧

No.	門名	綱名	目名	科名	種名	和名
1	海綿動物	—	—	—	PORIFERA	海綿動物門
2	腔腸動物	ヒドロ虫	ヒドロ虫	ウミサカズキガヤ	Campanulariidae	ウミサカズキガヤ科
3		花虫	イソギンチャク	—	Actiniaria	イソギンチャク目
4	扁形動物	渦虫	多岐腸	—	Polyclada	多岐腸目
5	紐形動物	—	—	—	NEMERTINEA	紐形動物門
6	星口動物	サメハダホシム	サメハダホシムシ	サメハダホシムシ	Phascolosomatidae	サメハダホシムシ科
7	環形動物	多毛	遊在	タンザクコカイ	<i>Bhawania goodei</i>	
8				ゴカイ	<i>Nereis pelagica</i>	フツウゴカイ
9					<i>Nereis</i> sp.	
10					<i>Platynereis dumerilii</i>	イソツルビケゴカイ
11				サンバゴカイ	<i>Eulalia</i> sp.	
12					<i>Genetyllis castanea</i>	アケノサンバ
13				ウロコムシ	<i>Harmothoe</i> sp.	
14					<i>Halosydna brevisetosa</i>	ミロクウロコムシ
15				シリス	Autolytinae	アウトリツス亜科
16					Syllinae	シリス亜科
17			定在	ミスビキゴカイ	<i>Cirratulus cirratus</i>	チグサミスビキ
18				ケヤリ	<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	エラコ
19					Sabellidae	ケヤリ科
20				フサゴカイ	<i>Polycirrus</i> sp.	
21					Terebellidae	フサゴカイ科
22	触手動物	苔虫	唇口	コブコケムシ	Celleporinidae	コブコケムシ科
23	軟体動物	二枚貝	翼形	イガイ	<i>Musculus cupreus</i>	タマエガイ
24					<i>Mytilus edulis</i>	ムラサキイガイ
25			無面	キヌマトイガイ	<i>Hiatella flaccida</i>	キヌマトイガイ
26	節足動物	甲殻	完胸	アルケオハラヌス	<i>Semibalanus cariosus</i>	チシマフジツボ
27				フジツボ	<i>Megabalanus volcano</i>	オオアカフジツボ
28			等脚	ウミミスムシ	Janiridae	ウミミスムシ科
29			端脚	ヒゲナガヨコエビ	<i>Ampithoe</i> sp.	
30				ドロクダムシ	<i>Corophium</i> sp.	ドロクダムシ属
31				エンマヨコエビ	<i>Polycheria</i> sp.	
32				ヨコエビ	<i>Maera serratipalma</i>	スンナリヨコエビ
33					<i>Maera</i> sp.	
34					<i>Melita</i> sp.	
35				カマキリヨコエビ	<i>Jassa</i> sp.	
36				フトヒゲソコエビ	Lysianassidae	フトヒゲソコエビ科
37				カタオソコエビ	<i>Gammaropsis</i> sp.	
38				テングヨコエビ	Pleustidae	テングヨコエビ科
39				ドロミ	Podoceridae	ドロミ科
40				タテソコエビ	Stenothoidae	タテソコエビ科
41				ワレカラ	<i>Caprella</i> spp.	
42			十脚	クモガニ	<i>Pugettia quadridens quadridens</i>	ヨツハモガニ
43	棘皮動物	ウミユリ	ウミシダ	—	Comatulida	ウミシダ目
44		ナマコ	樹手	キンコ	Cucumariidae	キンコ科
45	原索動物	尾索	腸性	ジテムニ	Didemnidae	ジテムニ科
46			壁性	ボトリルス	Botryllidae	ボトリルス科
47				ビウラ	Pyuridae	ビウラ科
48				スチエラ	<i>Styela clava</i>	エボヤ

図 2-1-2 に出現種の組成を示す。生物門別に見ると、節足動物門が全出現個体の 82.9%、次いで、軟体動物門および環形動物門がそれぞれ 9.4%、5.4%であり、これら 3 門で全生物門の約 98%を占めていた。種別では、端脚類ワレカラ科 *Caprella* spp. が全出現個体数の 64.0%と最も多く出現していた。次いで、二枚貝類イガイ科ムラサキイガイ (*Mytilus galloprovincialis*) が 7.6%、端脚類ヨコエビ科スナリヨコエビ (*Maera serratipalma*) が 6.2%であった。

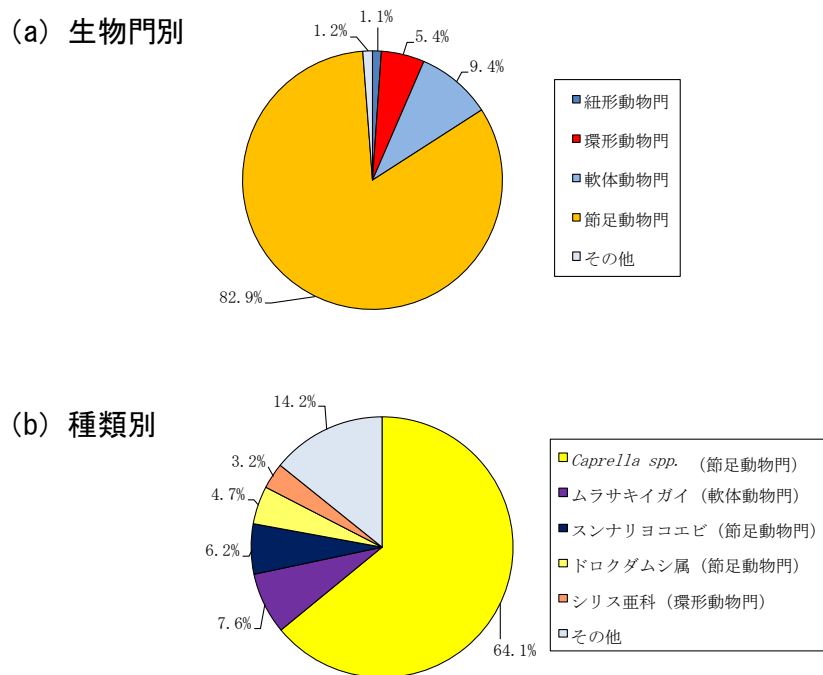


図 2-1-2. 各測点における生物の種組成 (a) 生物門別 (b) 種類別

図 2-1-3 に本調査における湿重量の割合を示す。門別に見ると、軟体動物門が 4,765 g m⁻¹ で全湿重量の 81.8%を占めていた。次いで、節足動物門および環形動物門がそれぞれ 15.1%、2.2%を占め優占しており、これら 3 門で全生物門の約 91%を占めていた。次に種別にみると、最も多く出現したのは、二枚貝類イガイ科ムラサキイガイ (*Mytilus galloprovincialis*) であり、4,721 g cm⁻¹ で全湿重量の 81.1%を占め、卓越していた。次

いで、節足動物門フジツボ科オオアカフジツボ (*Megabalanus volcano*) が 14.6%、環形動物門ケヤリ科エラコ (*Pseudopotamilla ocellata*) が 1.2%を占めていた。

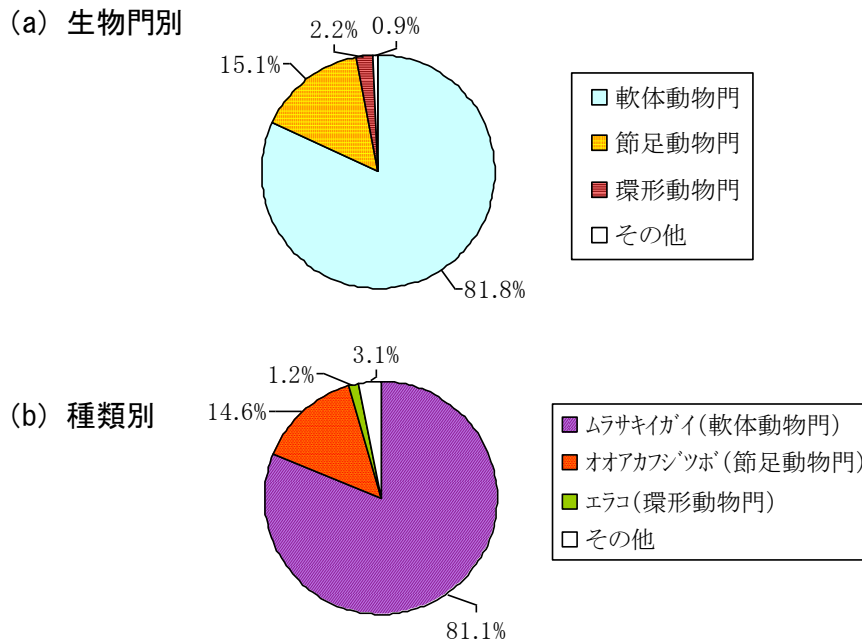


図 2-1-3. 各測点の湿重量比 (a) 生物門別 (b) 種類別

計測した湿重量から、灰分を除いた乾重量／湿重量比 (表 2-1-2) を用いて各分類群の有機物重量 (灰分を除いた乾重量) を計算し、さらに炭素含有率：0.4 (水産庁研究部研究課, 1991) を掛けることにより、各分類群の炭素重量を求めた。

表 2-1-2. 各動物分類群の湿重量と除灰分乾重の比

動物分類群	灰分を除いた乾重量／湿重量
多毛類	0.15
軟体類: 大型	0.05
軟体類: 中型	0.05
軟体類: 小型	0.08
甲殻類	0.16
その他	0.17

※ 水産庁研究部研究課1991を一部改変

総炭素重量は 162.8 g m^{-2} であった。生物門別では、軟体動物門が 95.3 g m^{-2} で全炭素重量の 58.6% を占めていた (図 2-1-4)。次いで、節足動物門および環形動物門が優占しており、これら 3 門で全生物門の約 98% を占めていた。次に種別でみると、二枚貝類イガイ科ムラサキイガイ (*Mytilus galloprovincialis*) が 94.4 g m^{-2} で、全炭素重量の 58.0% を占め、次いで節足動物門フジツボ科オオアカフジツボ (*Megabalanus volcano*) が 33.4%、環形動物門ケヤリ科エラコ (*Pseudopotamilla ocellata*) が 1.2% を占めていた。

貝類養殖筏施設から採取した付着生物群集 (汚損生物群集) は、個体数では節足動物門が大部分を占め、その中でも端脚類のワレカラ属 (*Caprella* spp.) が全個体数の 64% を占めていた。一方、湿重量および炭素重量でみた場合、軟体動物門が大部分を占めており、湿重量ではムラサキイガイとオオアカフジツボが、それぞれ 81%、15% を、炭素重量ではムラサキイガイとオオアカフジツボが、それぞれ 58%、33% を占めていた。

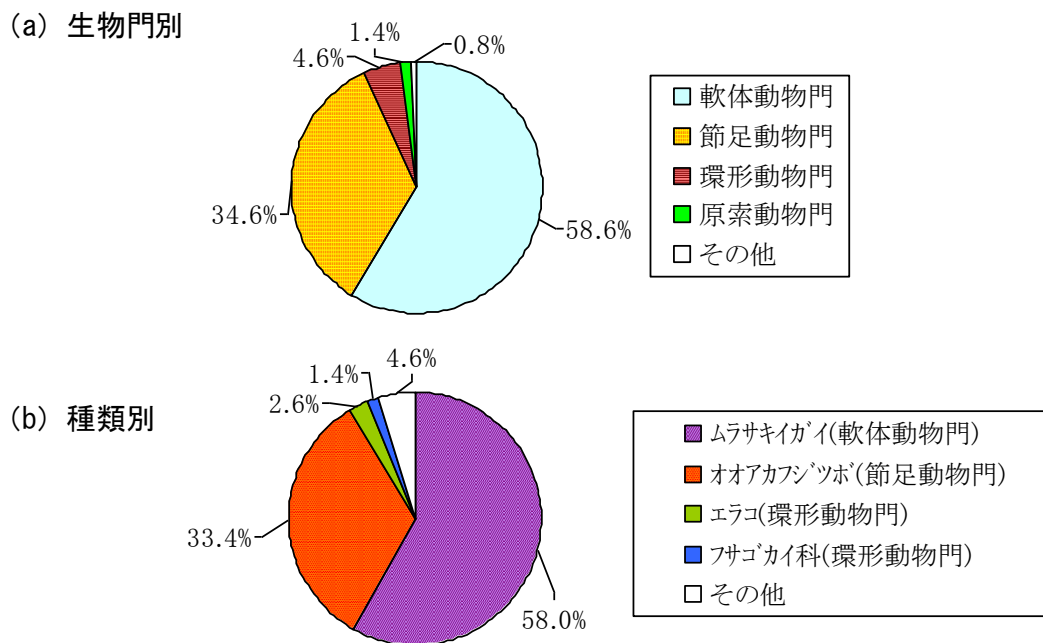


図 2-1-4. 各測点における生物の炭素重量

垂下式養殖は、特にマガキ、イワガキやホタテガイ等の養殖において日本各地の沿岸・内湾域で実施されており、垂下した養殖ロープに付着する外敵として、ムラサキイガイや群体ホヤなどの付着生物が報告されている。これらの付着生物には、直接養殖生物を食害するものと垂下ロープに付着し潮の流通を悪くし、餌料や酸素の供給を妨げて成長や身入りを遅らせるものがある。前者には、ヒラムシやニシ類（イボニシ、アカニシ、オウヨウラクなど）、ヒトデなどがあり、後者は、ムラサキイガイ、フジツボ、群体ボヤ類、各種海藻類などの付着生物である。平成 20 年度の調査では、ムラサキイガイを含む二枚貝類イガイ科が炭素重量で全体の 70~90%、平成 21 年度の調査でも、イガイ科（＝ムラサキイガイ）が炭素重量で 58%を占めており、ムラサキイガイの処理の重要性が示された。

勝山ら（1990）は、同一海域（宮城県女川湾）においてロープ（クレモナロープ）および人工基盤（塩化ビニルプレート）を 1 年間垂下して付着状況を比較した結果、各基盤上の付着生物相は水深毎で生物相は異なったが、水深 0~1 m 層では優占種（卓越種）が一致し、同水深層では両基盤間で比較が妥当なことを示した。平成 20、21 年度では汚損生物を採集した基盤は異なるが（平成 20 年度：コンクリート護岸、平成 21 年度：クレモナロープ）、どちらも採取水深が 1 m 以浅に相当しており、同様にムラサキイガイが優占していた。勝山ら（1990）が示したように、本海域では年度を問わず、ムラサキイガイが優占している可能性が示唆された。

殻長と貝肉に含まれる乾燥重量との間には極めて優位な相関が得られ、ムラサキイガイに含まれる乾燥重量と、炭素量等の化学成分量は、殻長を測定することによって高い精度で予測できることが示された（図 2-1-5）。また殻長と貝が保持している海水の持込み量の間にも高い相関が示された（図 2-1-6）。この近似式から、実際の処理システムにおいて、1 t のムラサキイガイを投入した場合、210 kg の海水がリアクターに持ち込まれることが明らかとなった。処理槽の有効容積の 40%をムラサキイガイで満たした後、

淡水を投入して処理を開始することを想定すると、海水由来の塩分の持込みによって一回目の投入で2.4%、2回目の投入で5.0%、3回目の投入で7.5%へと、塩分濃度が段階的に上昇することが予測される。実際の処理においては、海水だけでなく、貝肉に含まれる塩分も処理水の塩分濃度の上昇に寄与する。

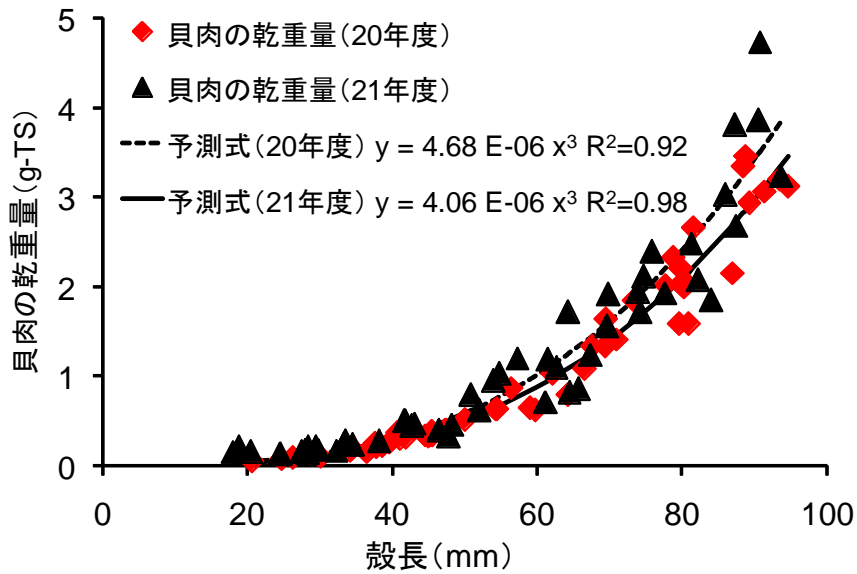


図 2-1-5. 本研究に用いたムラサキガイの殻長と貝肉の乾重量の関係

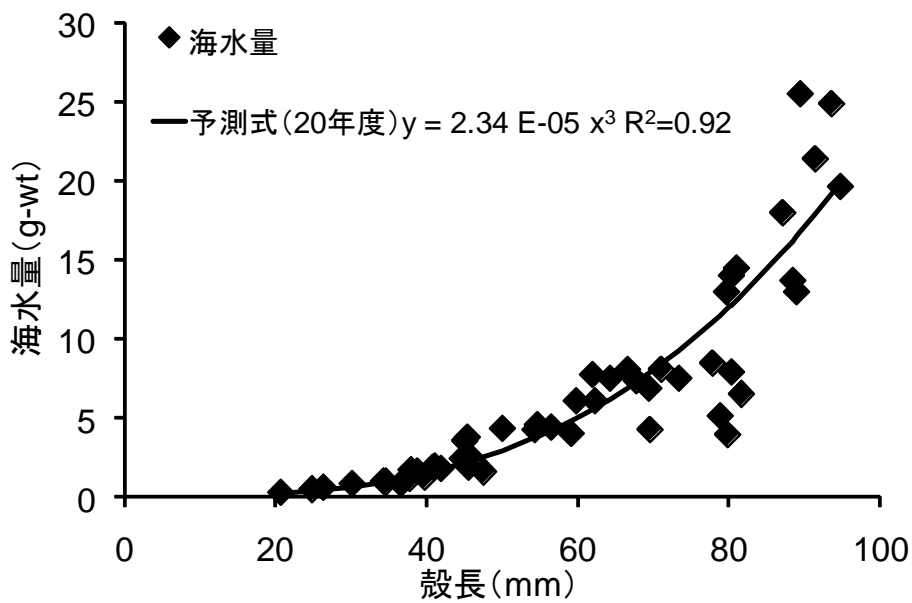


図 2-1-6. ムラサキガイの殻長と貝に含まれる海水量の関係