

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

漁港斜路の海藻植生に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-11-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田中, 博之 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2251

博士学位論文

漁港斜路の海藻植生に関する研究

2021 年度

(2021 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

応用生命科学専攻

田中 博之

博士学位論文

漁港斜路の海藻植生に関する研究

2021 年度

(2021 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

応用生命科学専攻

田中 博之

目次

第1章	緒言.....	1
1-1	藻場とモニタリング手法.....	1
1-2	モニタリングサイトとしての漁港と漁港斜路.....	3
1-3	漁港の海藻植生とその活用の研究史.....	6
1-4	目的.....	8
第2章	各海域斜路の代表的な植生と垂直分布.....	9
2-1	目的.....	9
2-2	材料と方法.....	9
2-3	結果.....	10
2-3-1	北部太平洋沿岸.....	16
2-3-2	日本海沿岸.....	18
2-3-3	瀬戸内海沿岸.....	20
2-3-4	中部太平洋沿岸.....	21
2-3-5	西部太平洋沿岸等.....	23
2-3-6	帯状分布.....	25
2-4	考察.....	26
第3章	斜路植生に影響を及ぼしうる構造と要因.....	31
3-1	目的.....	31
3-2	材料と方法.....	31
3-3	結果.....	32

3-3-1	構造と要因.....	32
3-3-2	同一漁港での複数の斜路.....	35
3-4	考察.....	37
第4章	Google Earth 画像の利用による漁港斜路の海藻植生のモニタリング.....	39
4-1	目的.....	39
4-2	材料と方法.....	39
4-3	結果.....	41
4-3-1	Google Earth 画像の鮮明画像の割合.....	41
4-3-2	北部太平洋沿岸の Google Earth 画像.....	43
4-3-3	日本海沿岸の Google Earth 画像.....	43
4-3-4	中部太平洋沿岸の Google Earth 画像.....	44
4-3-5	西部太平洋沿岸等の Google Earth 画像.....	44
4-3-6	Google Earth での経年変化の確認例.....	44
4-3-7	画像解析.....	48
4-4	考察.....	49
第5章	データベース作成とモニタリングの試み（千葉県を例にして）.....	52
5-1	目的.....	52
5-2	材料と方法.....	52
5-3	結果.....	53
5-3-1	データベース.....	53
5-3-2	千葉県各地漁港の斜路の海藻植生.....	54

5-3-3	モニタリング事例	57
5-4	考察.....	62
第6章	総合考察.....	63
謝辞	66
引用文献	67
図表リスト	74
別添：千葉県沿岸漁港斜路のデータベース	84

第1章 緒言

1-1 藻場とモニタリング手法

日本沿岸は海藻相が豊かであり、アマモ場、ガラモ場、コンブ場、ワカメ場、アラメ場、マクサ場、アオサ場やこれらの混生など、様々な景観の藻場が存在している（徳田ら 1991, 環境省自然保護局 1994, 藤田ら 2010）。藻場は、沿岸の一次生産を担い、有用な魚介藻類を育てている（小路 2009）。また、水質保全や二酸化炭素の吸収の場（堀・桑江 2017）、あるいは環境教育やレジャーの場としても重要である（藤田 2001）。藻場が形成される場所の基質は、海草の場合は主に砂泥、海藻の場合は岩礁や転石であるが、海岸保全のための護岸（中原ら 2014）や離岸堤（寺脇・新井 2007）、人工リーフ（安藤ら 2004）、あるいは漁港（藤田ら 2015）や港湾（傍士ら 2003）、発電所構造物（道津 2006）などの人工構造物にも藻場は形成される。

日本では藻場が衰退して草原状、森林状の景観を失い焼け跡のようになる現象を磯焼けと呼んできたが（藤田 2002）、近年、磯焼けの拡大が深刻化しており、藻場の重要性が再認識されている（藤田ら 2010, 水産庁 2021）。磯焼けは、藻場の海藻が「食われる」、「枯れる」、「芽生えなくなる」、「引きはがされる」のいずれか、または組み合わせによって起きる。「食われる」原因としては、ウニや巻貝、植食性魚類などによる食害がある（藤田ら 2006, 藤田ら 2008, 水産庁 2021）。「枯れる」原因としては、黒潮流軸の接岸による高水温・貧栄養の継続などがある（河尻ら 1981, 藤田ら 2010）。「芽生えなくなる」原因としては成熟個体の減少や静穏化の影響がある。海藻の生育には適

度な海水流動が必要であるが、沿岸部の土木工事などにより、静穏化が進むと浮泥の堆積が進み、海藻の孢子や遊走子などが浮泥により着底できなくなる（荒川・松生 1990）。「引きはがされる」のは台風などの強い波浪による（川俣・木元 1999, 水産庁 2021）。これらの現象は、自然環境の変化など自然の猛威によるものと沿岸改変など的人為的なものがある。

藻場の適切な維持のためには、藻場形成阻害要因の排除、つまり、前述の 4 つの事象の原因への対策が必要である。一方、衰退した藻場が回復しない理由として、以下のような課題が存在する（藤田 2007）。

- ① 急速な沿岸環境の悪化（流入する河川や沿岸域の土木的改変、沿岸域での水産加工の減少などによる海への栄養のフィードバックの減少、温暖化に伴う水温上昇や暴風雨の激化など）
- ② 磯焼けに対する認識の誤り（どのような磯焼け域でも海藻が生える基質や肥料を投入すればよい、気候変動など自然条件の変化が原因なので、対策は無駄であるなど）
- ③ 回復手法の選択の誤り（土木的な藻場造成のみが行われ、藻場形成阻害要因の排除が行われないなど）
- ④ 漁業担い手の減少（藻場の維持管理を含め里海の義務と権利を行使してきた漁業者の高齢化による減少など）
- ⑤ 回復計画・作業の知見欠如（藻場への関心が薄れ、回復目標とすべき藻場のあるべき姿が見えない、藻場回復の取り組み事例や情報がないなど）
- ⑥ 取り組み体制の不備（密漁を過度に懸念し、市民の参加を拒否するなど）

- ⑦ 植食性魚類・ウニの用途（経済的価値が低い植食動物の利用がなく，除去が進まないなど）

これらの課題を踏まえ，藻場を適切に維持するためには，漁業者に加え，地域の住民が藻場に関心を持ち，藻場の現状を把握し，磯焼けの発生を早期に感知し，藻場回復のための目標設定することが必要である。そのために，日頃から藻場を見守ることが必要であり，モニタリングの必要性が高まっている（藤田ら 2010）。

モニタリング手法として潜水調査，垂下式ビデオカメラ，箱めがねによる船上観察，バルーン，ドローン，航空機等による航空写真，衛星画像などが導入されている（藤田ら 2010，水産庁 2021）。藻場のモニタリングを広域かつ定期的に行うには，それぞれの地域で漁業を営みその地域の海を熟知している漁業者による実施が効果的であるが，漁村では，漁業者人口の減少や高齢化，兼業化が進み，漁業者のみによるモニタリングの実施は困難となっている（藤田 2019）。そこで，地域の住民に対して藻場の重要性に関する啓発活動を行い，地域の住民が漁業者らと一緒にモニタリングを行う体制づくりが必要となっている。

1-2 モニタリングサイトとしての漁港と漁港斜路

漁港は，漁船の避難，係留，漁獲物集荷を安全かつ円滑に行うために，外港施設（外港防波堤，導流堤，外港水面），内港施設（漁港泊地・係留施設）及び陸上施設（接岸施設，陸上機能施設）が集約されており（川口 2005），漁

業者をはじめ地域住民の生活と密接に関わり、アクセスも容易である。また、波などの自然条件に対して安全であるとともに、働きやすい施設として設計されている。国内では、2020年4月現在、2,790カ所の港が漁港漁場整備法で漁港に指定されており（水産庁 2020）、分港も含めるとその数は約3,000カ所にも及ぶ。国内の海岸線は、34,800kmであり、これは、海岸線12.4kmに1漁港が存在していることになる。なお、分港も含めると海岸線あたりの漁港密度はさらに高くなる。

漁港の船揚場は、漁船を陸上において係留するための施設であり、斜路式、クレーン式およびリフト方式があるが、圧倒的に多いのは斜路式である。斜路式は、漁船を人力や動力により斜面上を滑らせながら引き上げたり、引き下げたりするものであり、斜路部と船置部からなる（図1-1）。国内の漁港の大半に船揚場の斜路（以下、斜路）が1か所以上存在している。

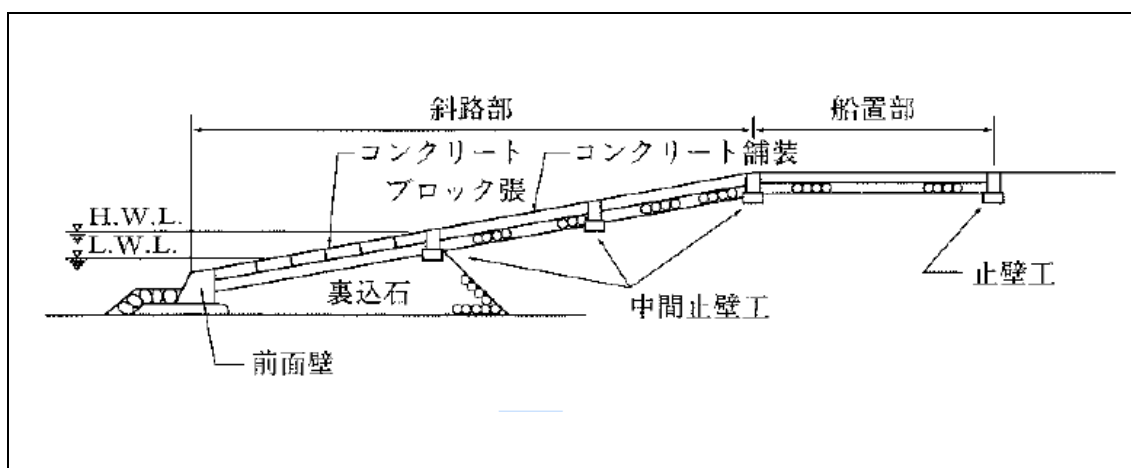


図1-1 代表的な船揚げ場の斜路の断面図
出典：令和3年度漁港計画の参考図書 水産庁（2021）

漁港斜路は漁船の揚げおろしが容易にできる必要があるため、前面の水域が

静穏であることが求められる。漁港斜路は、港口からの侵入波による反射波を減少させ、静穏度を向上させる目的で利用されることもある。斜路の勾配は、一様で緩い勾配であることが望ましく、通常 1/6～1/10 程度であることが多い（水産庁 2021）。

漁港斜路は、飛沫帯、潮間帯、潮下帯上部を含む高さに位置しており、海域に応じた海藻や海草の植生がある。漁業者により水生生物の採集や乾燥の場としても利用されているほか、水鳥の索餌場や仔稚魚の保育場としての機能も有している（図 1-2）。



図 1-2 漁港斜路の利用と機能

A:海藻の採集（千葉県勝浦東部漁港）， B:海藻の乾燥（島根県魚瀬漁港）

C:幼稚魚の保育・索餌（北海道長磯漁港）， D:海鳥の休憩・索餌（愛知県小鈴谷漁港）

1-3 漁港の海藻植生とその活用の研究史

谷口（1987）は、1950年代後半から国内各地で海藻植生学的研究を行い、千葉県、三重県および山口県の数か所の漁港の突堤で植生を調べている。Saito and Atobe（1970）は、北海道南部の臼尻漁港の直立防波堤の垂直面で優占種の特異性を見出した。その後、周辺漁港も含め、垂直面の向きが海藻の種組成に及ぼす影響（Saito et al. 1971）、漁港の年次的拡張部位の新旧比較に基づく遷移や極相査定法（Saito et al. 1976）とその検証（斎藤ら 1977）、各種海藻の好適な生育場所（斎藤 1980）について報告している。以上は、箱型のケーソンからなる防波堤に関する研究であるが、高橋ら（1988）は神奈川県三浦漁港沖の異形ブロック防波堤の内外で海藻や付着動物の着生状況について、藤田・湯口（1995）は富山県東部の宮崎漁港で斜路の海藻について報告している。庄司・長谷川（2004）は千葉県のアマモ場分布調査を行い、県内のアマモ場 74 か所のうち、約半数が漁港の泊地かその近傍に分布することを示した。泊地では漁船係留用のロープ（山下ら 2013）や船舶の船底（藤田ら 2014）などでも海藻の着生が確認されている。山形県では冬季波浪の厳しい日本海における海藻着生場として漁港が注目されており、平野ら（2010）は山形県沿岸 8 漁港の漁港斜路の海藻植生を調べ、藤田ら（2015）は山形県本土沿岸全漁港の垂直面や底面の藻場の分布や流動環境を調べた。三浦ら（2013）は漁港の生態系構造を調べ一次消費者が基礎生産を上回り、二次、三次消費者が少ない漁港特有型の構造を見出したほか、日本海北部地区について生物現存量の推定を行っている。

漁港における海藻の活用も行われている。葭矢（1990）と道家ら（1992）は、

京都府において漁港内や防波堤側面の藻場をサザエ稚貝の中間育成場として利用している。Fujita et al. (1990) もサザエ稚貝の中間育成場として利用する観点から、富山県西部の大境漁港の防波堤の海藻相や現存量の変化を調べた。この漁港は、テングサ場やアマモ場など複数タイプの藻場があり、背後に地域の自然や漁業を紹介する休憩展示施設があることなどから、海藻海草のフィールド教育の場として注目された（藤田 2001）。平野ら（2010）は山形県小波渡漁港において、港内の海藻植生を利用したアワビの増殖や、食用海藻として注目され始めたアカモクの増殖を試みた。

さらに、海藻群落の創出を目指した人工沿岸構造物の開発も行われている。1990年代には自然調和型漁港の建設が進められ、北海道開発局は藻場形成の助長機能を備えた漁港の付帯的構造物として、背後小段を有する傾斜堤や二重堤式の前面小段など複断面構造物の開発を行った（明田ら 1997）。しかし、これらの構造物の設置後、ウニの食害による背後小段の藻場の消失が見られたため、ウニの摂餌行動と流速の関係が調べられ（竹田ら 1999, 佐藤ら 2004）、底面流速確保のための嵩上げなどが試みられた（佐藤ら 2011）。谷野・桑原（2003）は漁港に付加された人工藻場の評価と予測を試み、安藤ら（2003）は石川県富来漁港の藻場造成型防波堤における藻場の分布や季節変化、吉村ら（2003）は島根県浜田漁港の大規模潜堤、中泉ら（2004）は秋田県金浦漁港の潜堤付き孔あき防波堤、丹羽ら（2007）は長崎県有喜漁港沖防波堤（階段式マウンド）、三浦ら（2012）は真名瀬漁港沖防波堤の藻場の遷移を調べた。また、錦織ら（2012）は、構造物建設による CO₂ 排出と供用後の藻場形成に伴う CO₂

固定に基づく環境負荷低減効果を評価するために、海藻の現存量を調べている。

1-4 目的

漁港斜路は潮下帯上部以浅という水深帯の制約はあるものの、飛沫帯から、潮間帯を経て、潮下帯上部までの範囲に、緩勾配で平面に広がっており、藻場の垂直分布が確認しやすい。大半の斜路は同じ基質（コンクリート）で構成されることから、全国統一の視点で漁港間の比較ができる。防波堤より海面に近い、静穏である、傾斜は緩く広いなど、安全（波浪を受けにくく、落下しにくい）かつ岩場よりアクセスが容易であり、例えば、斜路の藻場を囲んで説明することもでき、環境教育の場として利用しやすい。さらに、航空写真にも植生が写りやすい、などの特徴を有している。

そこで、本研究では、漁港、特に海藻群落を観察しやすい斜路を、モニタリング場所として活用するために、全国の漁港斜路の海藻植生について現地調査や Google Earth の空撮画像（以下、GE 画像）の判読による調査を行った。本研究では、全国の海域ごとに漁港斜路植生の概要を明らかにしたほか、斜路の立地、付帯構造、植食動物、付着動物など、斜路の海藻植生に影響を及ぼしうる要因を検討した。また、Google Earth のアーカイブ画像の時系列比較による漁港斜路の海藻植生のモニタリングの可能性を検討した。さらに、千葉県内の漁港を例にして、漁港斜路の植生に関するデータベースを作成するとともに、モニタリングの例を示した。最後に、これら結果を踏まえて、漁港斜路を活用した藻場の普及啓蒙やモニタリングに関する将来の展望を議論した。

第2章 各海域斜路の代表的な植生と垂直分布

2-1 目的

南北に細長く、暖流と寒流が流れる日本では、海藻の出現種も多く、海藻の植生は海域ごとに海藻相が異なることが予想される。本研究では、漁港斜路の斜路面にどのような海藻が主に出現するか、海域ごとの特徴が反映されているかを明らかにする。

2-2 材料と方法

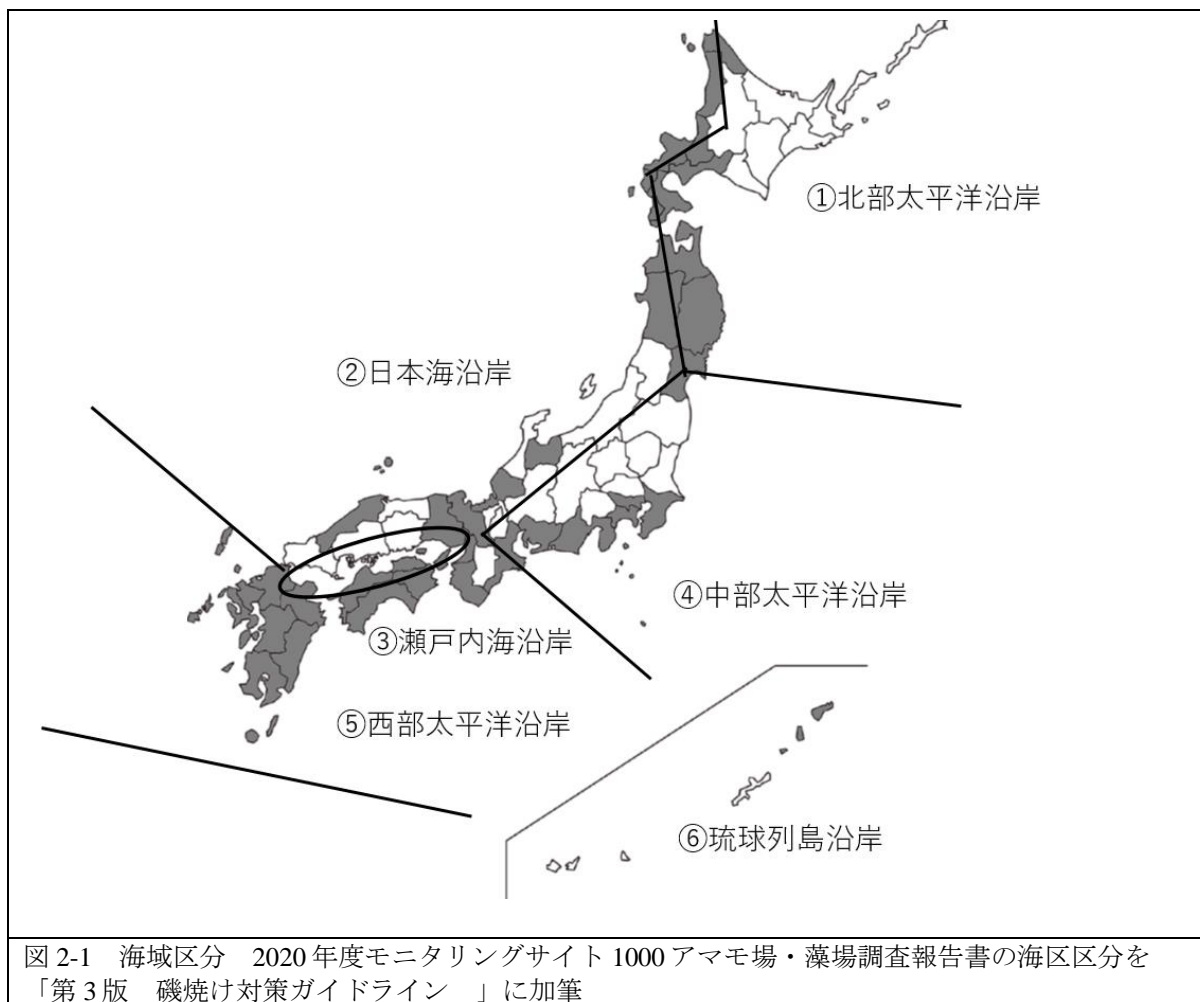
漁港斜路の海藻植生を確認するために、2015年5月から2021年3月にかけて、日本の本土沿岸の斜路保有漁港で現地視察を行った。ただし、調査時期や訪問時間の制約から、必ずしも海藻繁茂期及び干潮時の視察ではない。

調査では、デジタルカメラを用いて、斜路上・斜路端の直立壁上から植生および主要構成種の撮影と同定を行ったほか、空撮画像や都道府県の漁港関連資料等では確認しづらい構造（排水口や溝など）や状態（冠砂、特徴的な小型海藻や付着動物、植食動物など出現状況）の記録を行った。

撮影した漁港斜路の写真、海域ごとに整理し、既存知見との比較を行った。既往知見は、主に、海域毎の植生写真が豊富に掲載されている「図鑑 海藻の生態と藻礁」（徳田ら 1991）および「第3版 磯焼けガイドライン」（水産庁 2021）を参考にした。

海域区分は、「モニタリングサイト 1000」（環境省 2021）での緯度勾配と海流を考慮した6海域区分（図 2-1）に基づき、そのうち離島島嶼部しか含まれな

い「⑥琉球列島沿岸」を除いた 5 つの海域区分について、代表的な植生をもつ漁港斜路の写真について検討した。



2-3 結果

漁港斜路で観察できた主な海草・海藻を表 2-1 に示した（学名は本表に一括掲載）。この中から、漁港斜路で主に観察された海草及び海藻をグループ毎に写真で示す（図 2-2 から図 2-4）。

スガモ（図 2-2A）、エビアマモ、アマモなどの海草は、漁港斜路に砂が堆積している場合に確認された。

緑藻は、アオサ・アオノリ類は全国の漁港斜路で広域に確認された（図 2-4B）。その他に、ヒトエグサ（図 2-2C）やタマジユズモ（図 2-2D）なども確認された。

紅藻は、アマノリ類（図 2-3A）、フノリ類（図 2-3D）、サンゴモ類やベニマダラが広域に確認された。その他に、冷温帯性種であるアカバ（図 2-3B）やダルス、イボノリ、マクレアマノリなどが北海道および東北地方のみで確認された。

褐藻は、ワカメ（図 2-4C）、ウミトラノオ（図 2-4F）やヒジキ（図 2-4G）が広域に確認された。その他に、冷温帯性種であるスジメ、ミツイシコンブ、トロロコンブ、マコンブ（図 2-4B）、チガイソ（図 2-4A）やヒバマタ（図 2-4E）が北海道および東北地方のみで確認された。さらに、アラメ（図 2-4D）や鹿児島県では、南方系ホンダワラ類（図 2-4H）が確認された。

そのほか、植生に影響を及ぼしうる要素として、ウニと特徴的な巻貝などの植食動物が観察できたが、本研究では、現地での確認・同定が容易なキタムラサキウニ、ムラサキウニ、アメフラシ、スガイ（図 2-5）などに注目した。このほか、植食動物としては、タマキビ類やイシダタミ類、クボガイ類などの小型巻貝やカサガイ類、ヒザラガイ類、海藻の基質となっている付着動物としてカキやイガイが認められ、スガイの殻にはカイゴロモの着生が認められた。

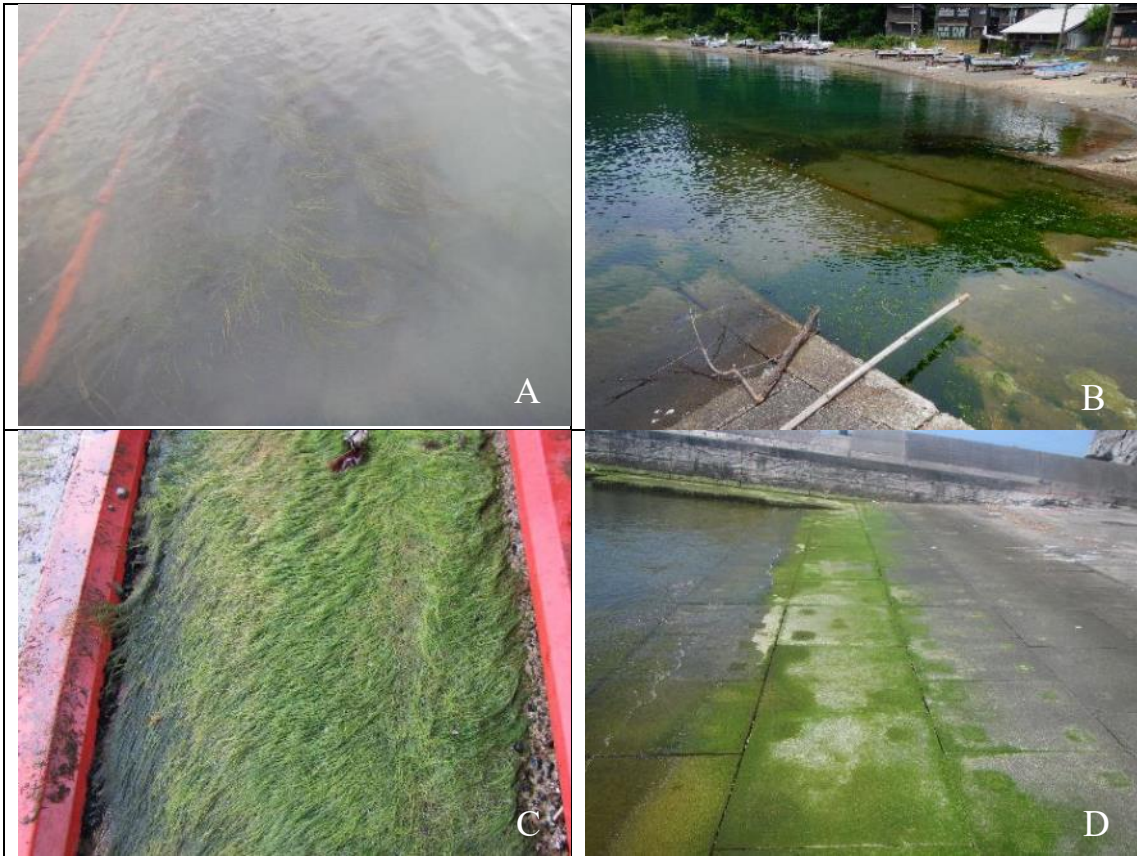
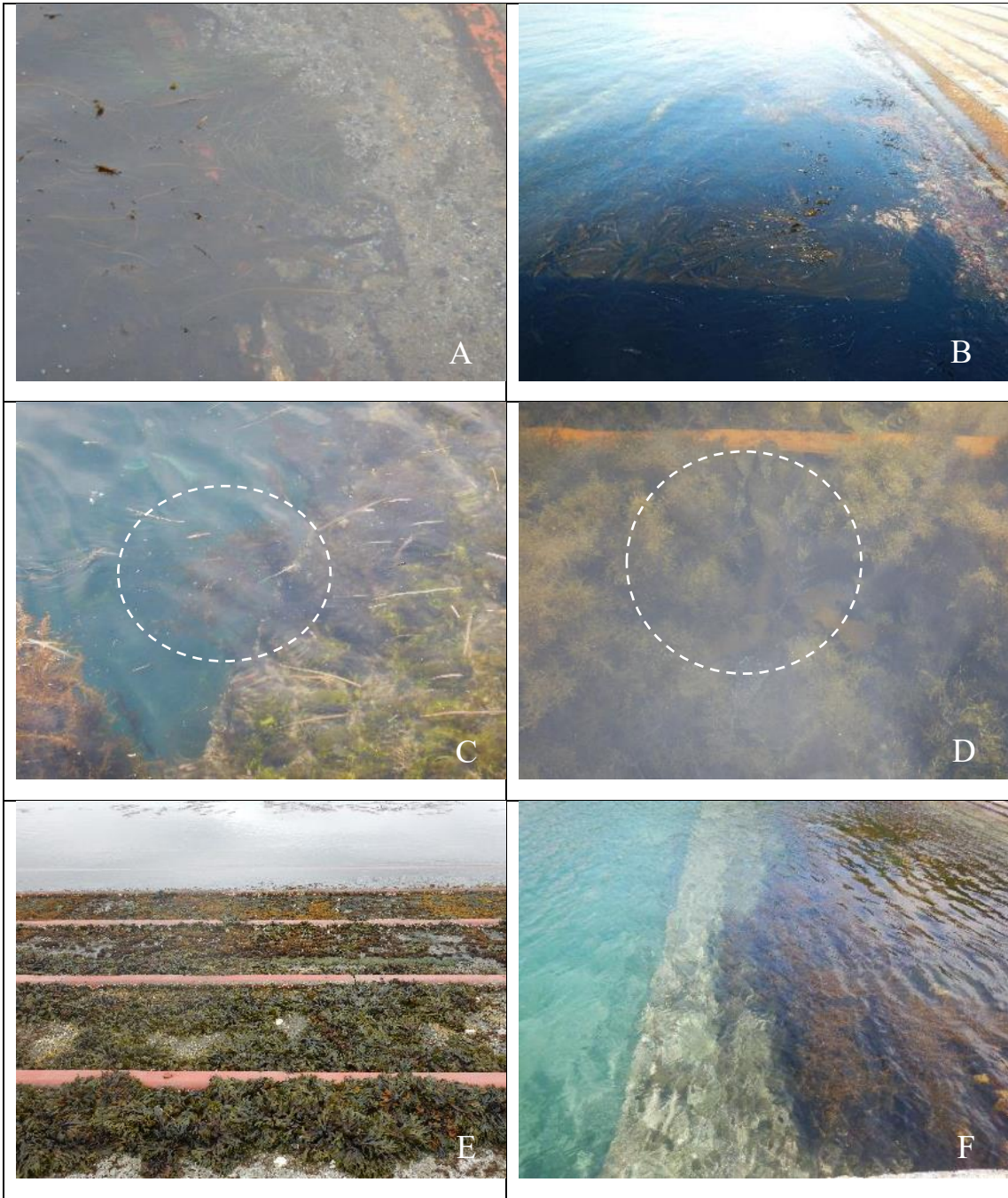


図 2-2 漁港斜路に出現する主な海草・緑藻
 A:スガモ 北海道日高管内冬島漁港, B:ボウアオノリ 兵庫県居組漁港, C:ジュズモ類 山形県三瀬漁港, D:ヒトエグサ類 鹿児島県名音漁港



図 2-3 漁港斜路に出現する主な紅藻

A:アマノリ類 北海道網走管内別海漁港, B:アカバ 北海道渡島管内大船漁港, C:ウミゾウメン類 北海道檜山管内平浜漁港, D:フノリ類 宮崎県市木漁港 (本土側)



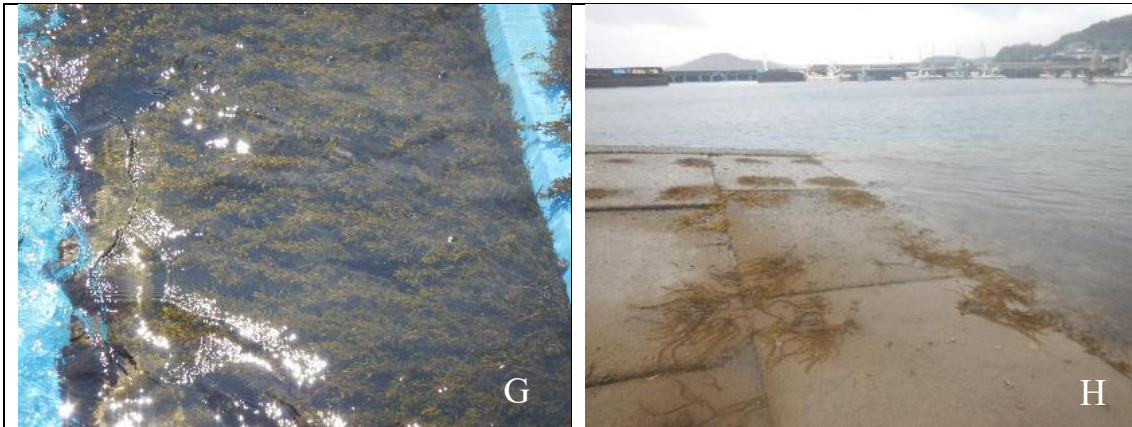


図 2-4 漁港斜路に出現する主な褐藻

A:チガイソ 北海道渡島管内川汲漁港, B:ホソメコンブ 北海道留萌管内礼受漁港, C:ワカメ 北海道渡島管内福島漁港, D:アラメ 島根県小伊津漁港, E:ヒバマタ 北海道日高管内節婦漁港, F:ウミトラノオ 北海道檜山管内須築漁港, G:ヒジキ 北海道渡島管内知内漁港, H:南方型のヒジキ 鹿児島県葛和漁港

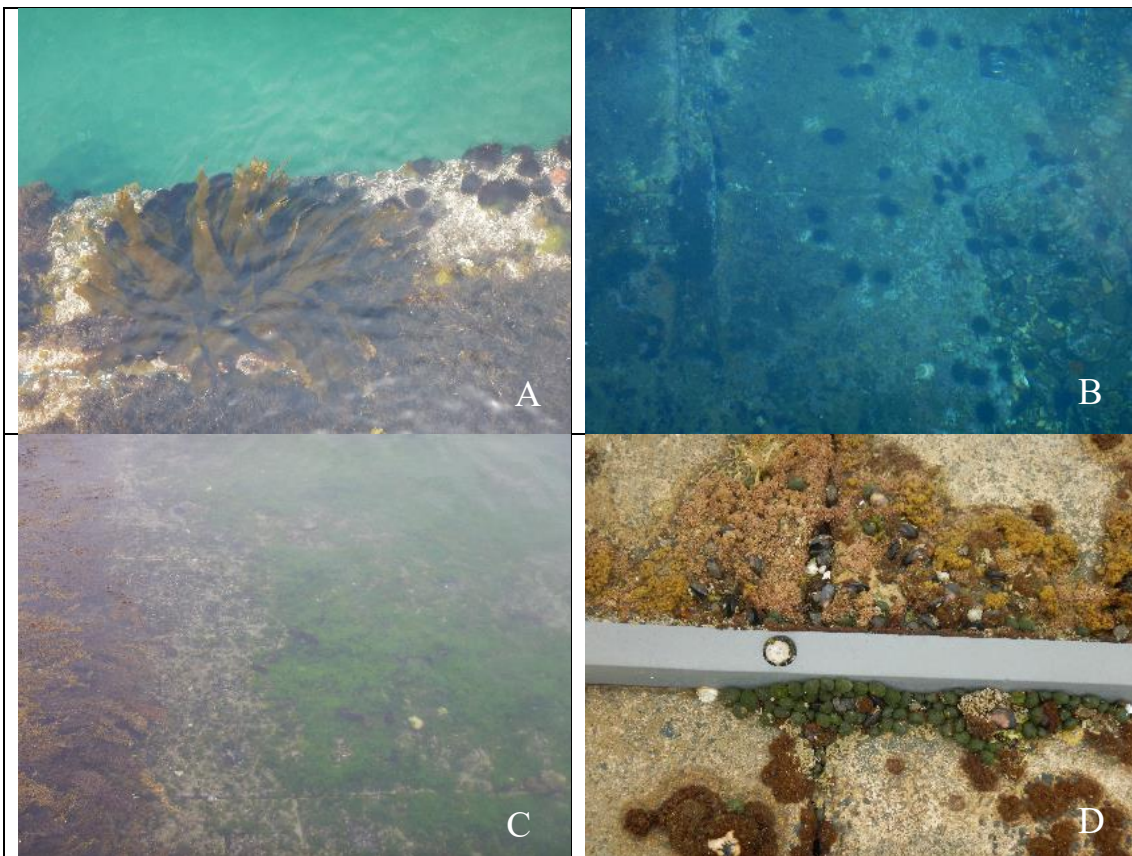


図 2-5 漁港斜路に出現する主な植食動物

A:キタムラサキウニ 北海道狩場漁港, B:ムラサキウニ 神奈川県三崎漁港, C:アメフラシ 福岡県新宮漁港, D:スガイ 福岡県神湊漁港

2-3-1 北部太平洋沿岸

2-3-1-1 既存知見と調査結果

本海域では、冷温帯性海藻が分布し、広くコンブ場が見られる（水産庁2021）。親潮の影響は日高以北で強く、褐藻ヒバマタが分布する。日本海側南部を中心に、キタムラサキウニが優占する磯焼けも散見される。海草では岩礁域にスガモ、砂泥域にアマモが見られる。

現地調査においても、道東海域では、ヒバマタ（図 2-4E, 2-6A）やトロロコンブ（図 2-6B）、スガモ（図 2-2A, 2-6B）、マコンブ（図 2-6C）、キタムラサキウニによる磯焼け（図 2-6D）が見られ、漁港斜路においても自然海岸と同様の海藻植生であることが確認された。

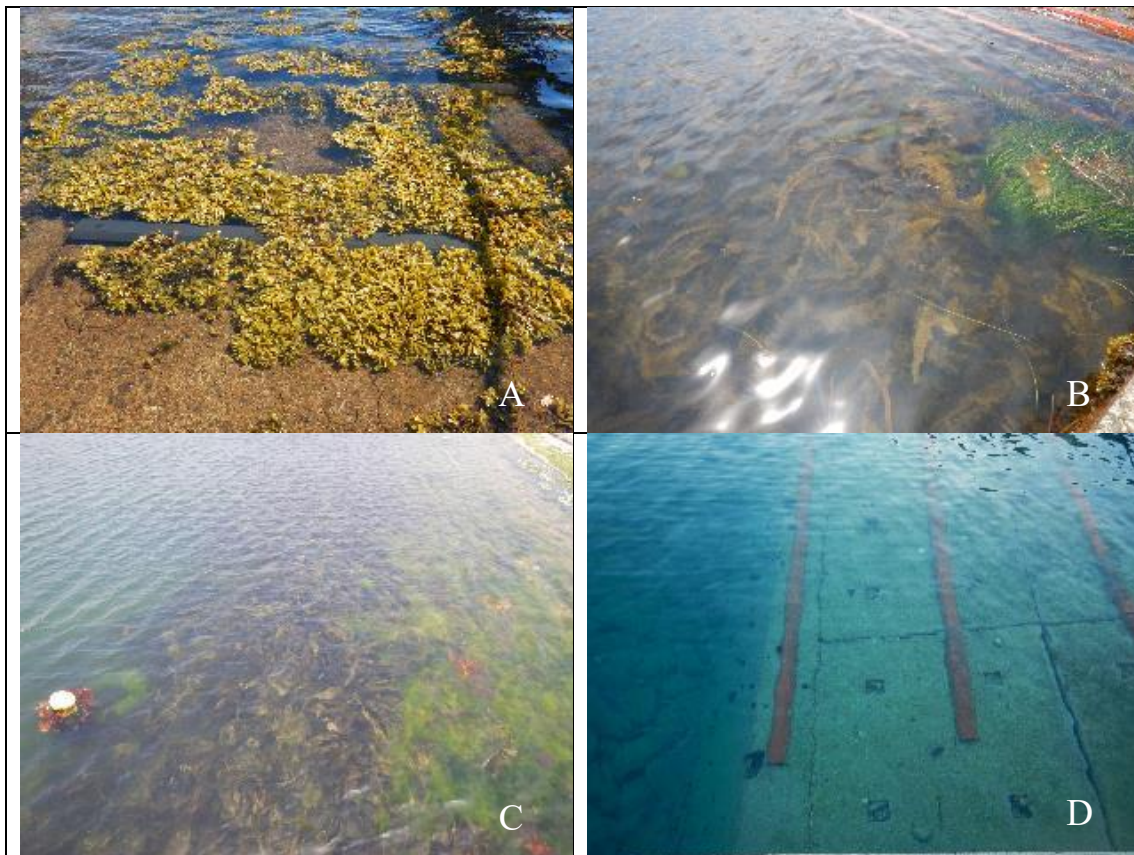


図 2-6 北部太平洋沿岸の主な海藻植生

A:北海道瑤瑠瑠漁港 ヒバマタ, B:北海道歯舞漁港 トロロコンブ・スガモ

C:青森県三沢漁港 マコンブ, D:青森県脇野沢漁港 キタムラサキウニによる磯焼け

2-3-1-2 斜路の植生パターン

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、北海道日高地方沿岸の調査結果を以下のとおり示す。

現地調査（2020年6月）では、コンブ目ではミツイシコンブとスジメ、ヒバマタ目ではウミトラノオのほか、寒流系のヒバマタ（図 2-4E, 2-6A）が潮間帯、ウガノモクが漸深帯の優占種となっている漁港が多数認められた。その他の紅藻では、フクロフノリ、イボノリ、アカバ（図 2-3B）、褐藻ではカヤモノリが認められた。緑藻では、アオサ・アオノリ類が見られた、このほか、斜路には

海草のスガモも出現し，冬島漁港では斜路の潮間帯から漸深帯までほぼ全面を覆っていた（図 2-2A）。動物では，厚賀漁港と東静内漁港でカキ，富川漁港と節婦漁港で小型巻貝が多産していたほか，道南の大船漁港などでキタムラサキウニの磯焼けが認められた（図 2-6D）。

ブロックの孔などによる植生の変更は顕著ではなかった。斜路の植生に変化が見られたのは，富川漁港の鉄板による被覆の場合などであった。

2-3-2 日本海沿岸

2-3-2-1 既存知見と調査結果

既存の調査において，本海域の海藻は全体として暖温帯性で，ガラモ場が多い。北海道ではコンブ場やキタムラサキウニによる磯焼け（図 2-5A），本州南部側ではアラメ（図 2-4D）が出現し，ムラサキウニによる磯焼けもある。スギモク，フシスジモク，カタノリなど日本海特産種がある。本州中部では潮位差が小さく，フノリ類やヒジキがほとんど分布しないことが報告されている（藤田 2001）。

現地調査においても，ホソメコンブ（図 2-4B，2-7A）やウミトラノオ（図 2-4F，2-7C）の群落のほか，北部ではキタムラサキウニによる磯焼け（図 2-5A，2-7B），南部ではムラサキウニによる磯焼け（図 2-7D）が見られた。大筋では，漁港斜路においても自然海岸と同様の海藻植生が確認されたが，少なくとも兵庫県から島根県にかけての複数の漁港で，斜路でムラサキウニの磯焼けが確認された。

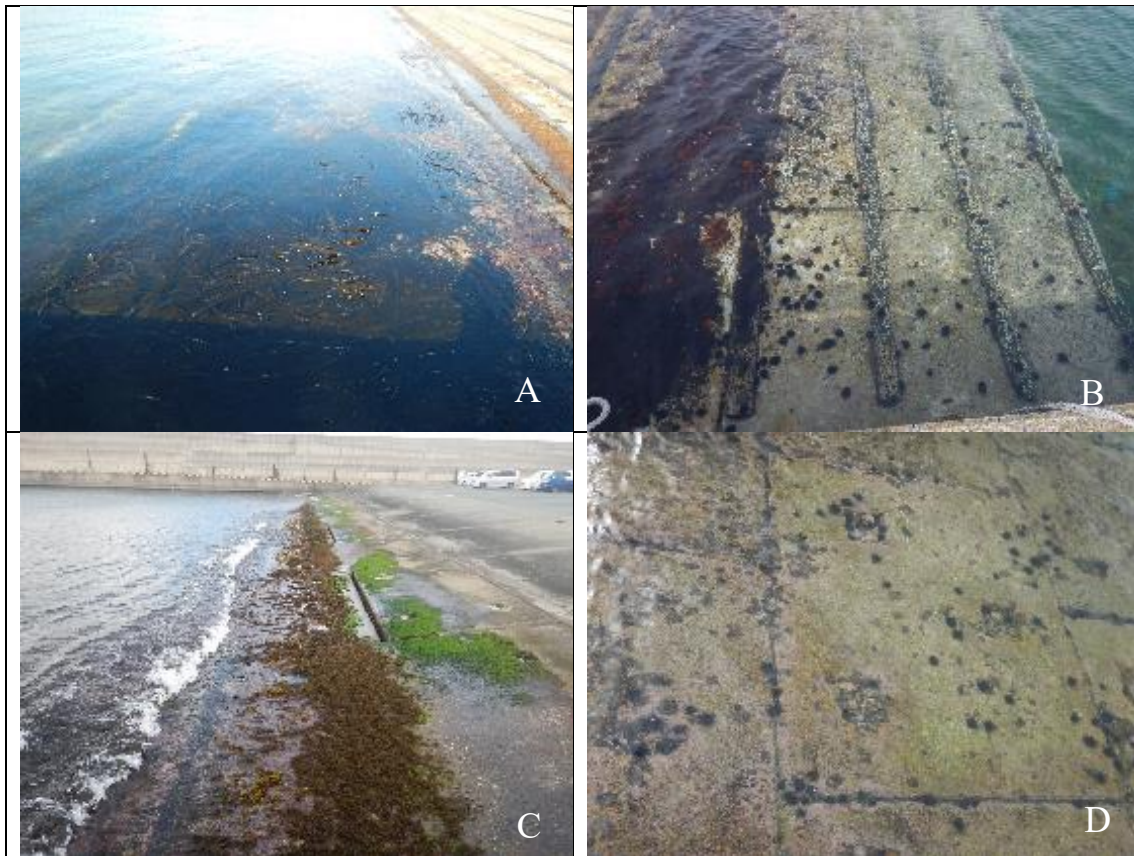


図 2-7 日本海沿岸の主な海藻植生

A:北海道留萌管内礼受漁港 ホソメコンブ, B:北海道桧山管内上浦漁港 キタムラサキウニの磯焼け, C:島根県唐鐘漁港 ウミトラノオ, D:島根県古湊漁港 ムラサキウニによる磯焼け

2-3-2-2 斜路の植生パターン

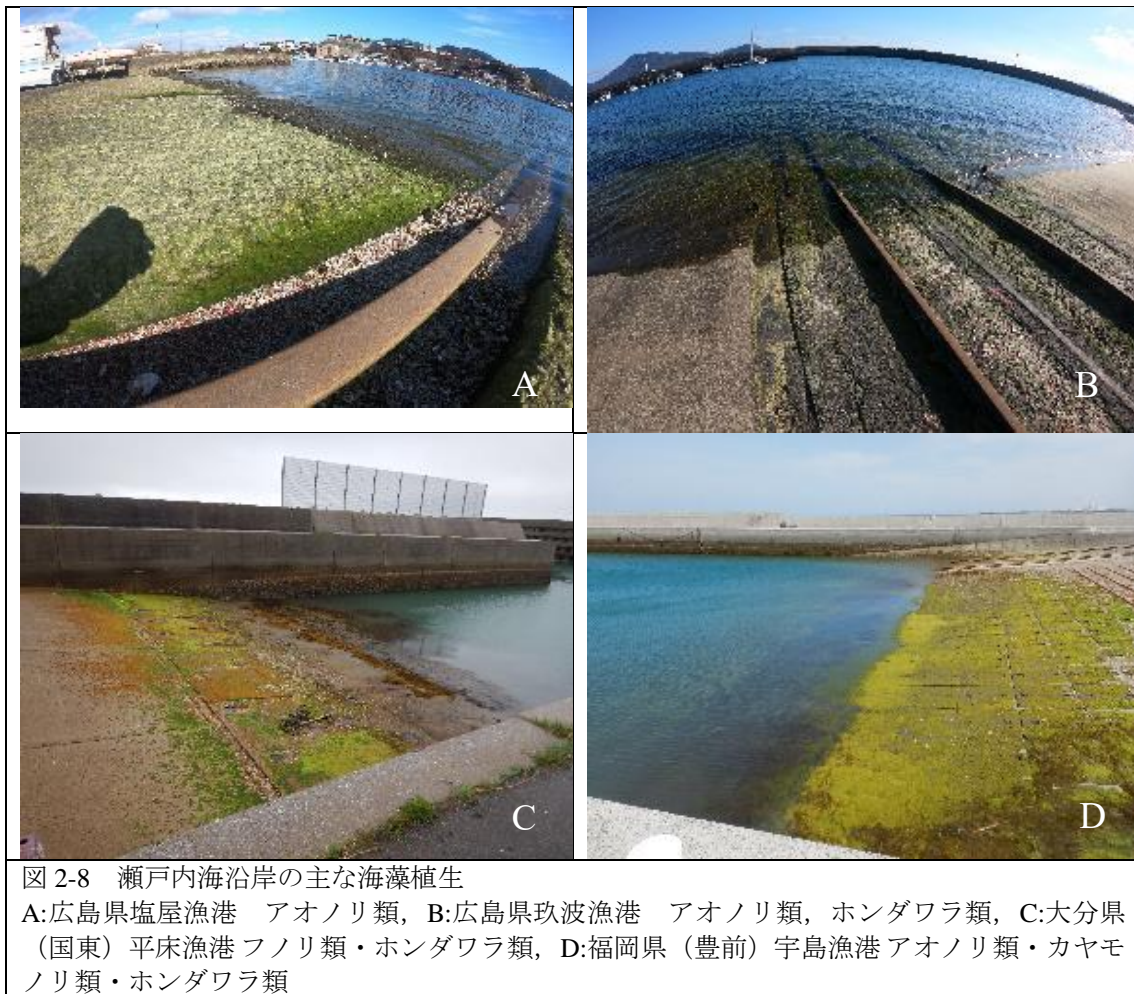
本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、兵庫県日本海側沿岸の調査結果を以下のとおり示す。現地調査（2020年6月）では、主にアオサ・アオノリ類とガラモ場が認められた。余部漁港の斜路では緑藻、紅藻、褐藻の帯状分布が見られた。なお、浜坂漁港ではパッチ状のウニによる磯焼けを確認することができた。

2-3-3 瀬戸内海沿岸

2-3-3-1 既存知見と調査結果

既存の調査，本海域では，温帯性海藻が多く，ガラモ場が主であるなど，植生は日本海沿岸に近い。静穏域も多く，アオサ・アオノリ場（図 2-2B）が発達する。磯焼けはないことが報告されている（水産庁 2021）

漁港斜路の現地調査においても，アオノリ類（図 2-8A, 2-8B, 2-8D），ホンダワラ類（図 2-8B, 2-8C, 2-8D），フノリ類（図 2-8C），カヤモ類（図 2-8D）が見られ，自然海岸と同様の海藻植生であることが確認された。なお，この海域では磯焼けが報告されておらず，調査数は限られているが，斜路の現地調査でも見つかっていない。



2-3-4 中部太平洋沿岸

2-3-4-1 既存知見と調査結果

既存の調査では、本海域では、温帯性海藻が占め、アラメ・カジメの海中林やガラモ場、テングサ場などがある。近年、ムラサキウニやガンガゼ類、植食性魚類による磯焼けが拡大していることが報告されている。

現地調査においても、アラメ(図2-9A)、テングサ(図2-9B)、フノリ・ガラモ場(図2-9C)が認められたほか、ムラサキウニによる磯焼け(図2-5B, 2-9D)が見られ、漁港斜路においても自然海岸と同様の海藻植生であることが確認さ

れた。



図 2-9 中部太平洋沿岸の主な海藻植生
A: 茨城県大津漁港 アラメ, B: 神奈川県三崎漁港 テングサ, C: 静岡県吉佐美漁港 フノリ・ガラモ場, D: 静岡県伊東漁港 ムラサキウニによる磯焼け

2-3-4-2 斜路の植生パターン

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、神奈川県沿岸の調査結果を以下のとおり示す。現地調査（2019年12月，2020年1月，2月）では，多くの漁港斜路において潮間帯にアマノリ類，アオサ・アオノリ類の帯状分布が認められた。また，三崎漁港ではテングサが認められた。三崎漁港，小田原漁港，岩漁港では，ムラサキウニによる磯焼けが認められ，三崎漁港ではアイゴ成魚の来遊も認められた。東京湾奥や湘南の砂浜に面する漁港の斜路は水の濁りもあ

り海藻類が確認できなかった。米神漁港や石橋漁港では斜路上に礫が打ち上げられており、礫にハバノリの植生が認められた。

2-3-5 西部太平洋沿岸等

2-3-5-1 既存知見と調査結果

既存の調査において、本海域の海藻植生については、温帯性海藻が占め、ガラモ場やカジメ・アントクメの海中林、テングサ場もあるが、近年、ムラサキウニやガンガゼ、植食性魚類による磯焼け、マメタワラほか南方系ホンダワラ類が増加していることが報告されている。

現地調査においても、マメタワラ（図 2-10A）、ガラモ幼体とムラサキウニによる磯焼け（図 2-10B）、ヒジキとウミトラノオ（図 2-10C）、ガンガゼによる磯焼け（図 2-10D）が見られ、漁港斜路においても自然海岸と同様の海藻植生となっていることが確認された。

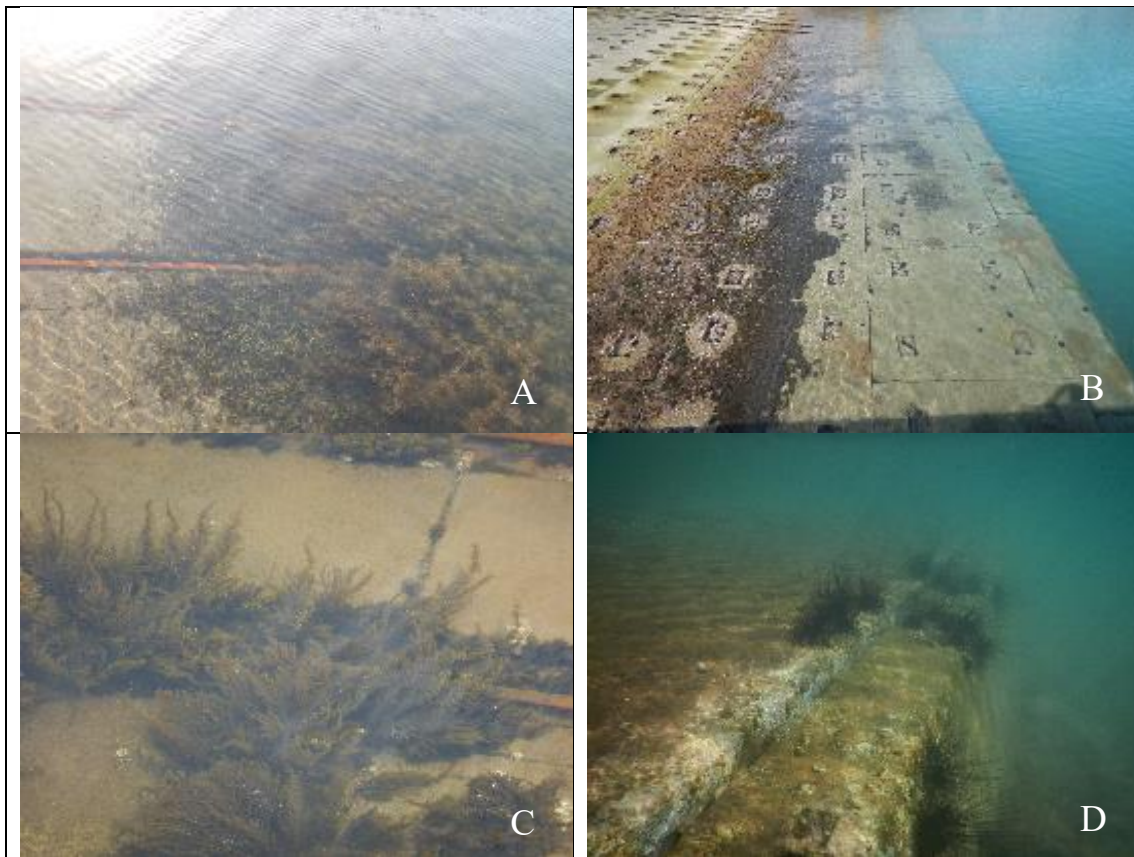


図 2-10 西部太平洋沿岸等の主な海藻植生
 A: 高知県灘漁港 マメタワラ, B: 高知県下川口漁港 ガラモ幼体とムラサキウニによる磯焼け, C: 長崎県太中戸漁港 ヒジキとウミトラノオ, D: 長崎県野崎漁港 ガンガゼによる磯焼け

2-3-5-2 斜路の植生パターン

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、鹿児島県本土沿岸の調査結果を以下のとおり示す。

現地調査（2020年3月）では、潮間帯にアオサ・アオノリ類が多くの漁港で認められた。このうち、穎娃漁港では、アオサ・アオノリ類群落の上部で白化が一直線状に認められた。フノリ類は生見、土浜、唐浜、牛之浜、汐見漁港、アマノリ類は、黒瀬、片浦漁港で認められた。なお、唐浜漁港では、フノリ類は海面に平行な帯状分布ではなく、ブロック間の溝に沿って生育しているのが

確認された。

ガラモ場は、主に鹿児島湾で認められた。薩摩半島の東シナ海側では葛輪漁港のみで確認された。なお、葛輪漁港では、南方型のヒジキも確認された。大浜、生見、牛之浜、薄井の各漁港ではウニ焼けが確認された。このほか、東風泊、野間池、小湊・万世、江口、市来、串木野、土川などの漁港ではカキ、生見、戸崎などの漁港ではイガイ類の円形パッチが認められた。斜路面の砂の冠砂は、東風泊、大浜漁港 2 漁港で現地調査では、黒瀬漁港において、粒径の大きな砂が波により移動していることを観察することができた。

2-3-6 帯状分布

漁港斜路は、一様に緩勾配の平面であるため、植生の帯状分布が明瞭に認められることが多かった（図 2-11）。図 2-11A は北部太平洋岸（北海道白糠漁港）の帯状分布で、アマノリ類、アオサ・アオノリ類、水面下にコンブ類（写真では写っていない）で構成されている。図 2-11B は日本海岸の兵庫県餘部漁港の帯状分布で、アオサ・アオノリ類、紅藻（種不詳）、ホンダワラ類、図 2-11C は中部太平洋岸の静岡県吉佐美漁港の帯状分布で、アオサ・アオノリ類、フノリ類、ホンダワラ類で構成されている。図 2-11D は瀬戸内海区の大分県小黒漁港の帯状分布で、アオサ・アオノリ類、ヒジキ、ワカメで構成されている。このほか、図 2-3D には西部太平洋岸の宮崎縣市来漁港で、フノリ類、アオサ・アオノリ類、ホンダワラ類、図 2-7C には日本海岸の島根県唐鐘漁港のアオサ・アオノリ類、ヒジキ、紅藻ピリヒバの帯状分布が示されている。



図 2-11 漁港斜路における海藻の帯状分布

A:アマノリ類, アオサ・アオノリ類, コンブ類 北海道釧路管内白糠漁港, B:アオサ・アオノリ類, 紅藻(種不詳), ホンダワラ類 兵庫県余部漁港, C:アオサ・アオノリ類, フノリ, ホンダワラ類 静岡県吉佐美漁港, D:アオサ・アオノリ類, ヒジキ, ワカメ 大分県小黒漁港

2-4 考察

漁港斜路に出現する海藻は、潮間帯と漸深帯上部に生育する種に限られるが、表 2-1 に挙げたように、主なものだけでも、緑藻 10 種、紅藻 43 種、褐藻 37 種が認められた。このうち、潮間帯に出現する種は小型海藻であっても現地で種の同定ができることが多く、場合によってはユナ上に寄生するベンテンモ（黄色で黒色に近いユナと対照的）やスガイの上に着生するカイゴロモも認めやすい。これに対して、斜路下部の漸深帯に着生し水面下となっている種は、コンブ類やホンダワラ類のような大型海藻であっても同定が困難な場合があった。

日本の本土の大半は暖流の影響を受けて暖温帯となっており、太平洋北部が親潮の影響で冷温帯となっている（藤田ら 2010）。漁港斜路においても、温帯性種が多く、冷温帯性種は北海道および東北地方のみで確認された。冷温帯性として一般にも認めやすい海藻としては、褐藻のコンブ類やヒバマタ、紅藻のアカバが挙げられる。

海草では、北日本でスガモ、南日本でエビアマモが認められ、特にスガモは優占する場合があった。これらはいずれも岩石着生性で、砂泥域に生育するアマモは斜路下面に砂が堆積している場合に認められた。

次に、帯状分布の構成種について考察する。潮間帯の海藻が帯状分布を成すことは古くから知られ（例、Stephenson & Stephenson 1972, 谷口 1987）、市販の図鑑の末尾などにも典型的な帯状分布の例が掲載されていることが多い。例えば、千原（1970）には、関東地方を例とした植生の模式図と種組成表が掲げられている。今回、各地の漁港斜路の植生を調べた結果、上述のように、緑藻、紅藻、褐藻ともに多くの種が出現するだけでなく、帯状分布の組み合わせや順序にも非常に多くのバリエーションがあることがわかった。

帯状分布が見られる緑藻で最も普遍的なのがアオサ・アオノリ類（アオサ *Ulva* 属）である。アオサ・アオノリ類は、内湾域も含め、多くの漁港に出現するが、複数種が混生していることもあり、現地での同定は困難である。しかし、多くの漁港で帯状分布の主要かつ明瞭な緑色のゾーンを成すため、以降はグリーンベルト（ゾーン）として扱う。九州以南ではヒトエグサ類がアオサ・アオノリ類に置き換わる。他の主要な緑色構成要素としてはジュズモやシオグサ類

が挙げられる。これらも広義のグリーンベルトとして扱う方がよいと思われるが、アオサ・アオノリ類とは離れた場所にゾーンを形成することもある。

帯状分布における主な紅藻の要素としては、アマノリ類、ウミゾウメン、ムカデノリ類、フノリ類、ツノマタ類、ソゾ類などが挙げられる。これらは、レッドベルトとして一括することもできるが、ここに挙げた程度の識別は現地でも可能であるので、ここでは区別して考える。アマノリ類は北海道から九州までの多くの漁港斜路に生育していたが、現地での種の同定は困難なことも多く、夏~秋にも見られる道東海域（福原 1970）を除けば、出現時期は秋~春に限られる（菊地 2006）。また、ウミゾウメンも、漁港によっては多産する（図 2-3）が、出現時期は初夏に限られる。これに対して、潮間帯で年間を通して（あるいは夏季を除いて）、帯状の群落を確認できるのがフノリ類である。フノリ属では、近年、遺伝子レベルの分類学的研究が進み、本研究中に著者らが漁港斜路で採集した標本についても調べられ、国内では3種しか知られていなかった（千原 1970）のが10種以上に分けられることが明らかにされた（Yang et al. 2021）。これらは、形態学的な識別の困難な隠蔽種であり、一括してフノリゾーンとしておくのが妥当と考えられた。

もう一つ特筆すべきは冷温帯のアカバで、北海道沿岸と東北地方の一部に限られるが、貧栄養下では顕著に黄化（栄養塩添加により回復）することから、栄養塩環境の指標になると考えられる。実査、親潮の影響を受け栄養塩の多い太平洋側では紅色が保たれていた（図 2-3B）のに対して、対馬暖流の影響により貧栄養が続く日本海側では黄色となる（水産庁 2021）。同様の傾向を示す

ものとして、ムカデノリ類やツノマタ類が挙げられる。

斜路の帯状分布の主要な構成要素で、わかりやすい褐藻は、潮間帯に生育するウミトラノオ、ヒジキおよびヒバマタ、潮間帯下部から漸深帯にかけて生育するコンブ類である。ウミトラノオは北海道から九州までの広い範囲に、ヒジキは北海道南部以南の広い範囲に、そして、ヒバマタは日高以東の冷温帯に出現した。一方、コンブ類は、北海道日本海側や東北太平洋岸に広く分布するホソメコンブが高頻度で認められた。磯焼け海域が広がる北海道南部日本海側でも複数漁港の斜路で出現が確認され、これまで水産工学的に検討されてきたように（桑原ら 2002）、本種の生育に対する海水流動の重要性が示唆された。親潮の影響下にある冷温帯域ではマコンブ、ミツイシコンブ、トロロコンブ、スジメなどを確認することができ、既往知見にある分布域（川嶋 1989）から種をある程度推定できるが、近年、ミツイシコンブの分布域にもマコンブが進出しているとの報告（Yotsukura et al. 2019）もあり、現地での即断ができない場合もある。近年は、ホンダワラ類やコンブ類（狭義のケルプ）などの大型褐藻類を（広義の）ケルプと呼ぶ傾向にあり（Steneck & Johnson 2013）が、それに倣えば、ここで述べた大型褐藻類をケルプゾーンとしてまとめられる。

瀬戸内海区を除く漁港斜路には、ウニが多産する磯焼け（ウニ焼け）となっている漁港が複数認められた。ウニの種類（磯焼けのタイプ）は、自然海岸と同様であり、北日本（北海道と東北地方の一部）ではキタムラサキウニ、中日本や南日本ではムラサキウニのウニ焼けが認められた。ただし、ガンガゼは、岩礁域では千葉県以南で磯焼けを起こしているが、漁港斜路での出現はこれま

での調査では長崎県と鹿児島県の漁港で確認されているにすぎない。

以上、漁港の斜路の植生や磯焼けは概ね天然岩礁域で見られる植生や磯焼けと同様であったが、一部に相違も認められた。天然の昆布域は宮城県牡鹿半島（川嶋 1993）とされるが、川嶋（1912）は福島県や茨城県の漁港（一部は斜路）にもコンブが生育することを報じている（本研究期間終了後に確認、藤田未発表）。また、磯焼けについても、近年のアンケート調査結果（分布図）（水産庁 2021）（図 2-1）では磯焼けがないとされている鳥取県で、複数の漁港の斜路でムラサキウニの磯焼けが確認された。ウニは波による振動流速が一定以上になると摂餌ができなくなる（Kawamata 1998）。一方、漁港斜路は漁船の揚げおろしが容易にできる必要があるという特性のため、斜路前面の水域が静穏であり、ウニの摂食が可能な場所であり、ウニによる磯焼けが発生しやすい場所であると考えられる。なお、神奈川県三崎漁港や長崎県野崎漁港の斜路ではアイゴが確認され、いずれの斜路も貧植生となっていたが、アイゴの食害が原因かどうかは不明である。

第3章 斜路植生に影響を及ぼしうる構造と要因

3-1 目的

漁港斜路は、飛沫帯から潮間帯を経て潮下帯上部までの範囲に緩勾配で平面に広がっており、全国どこでも同様の材質（コンクリート）で構築されている。一方、斜路の付帯構造、港内での斜路の位置、周辺環境などは斜路ごとに異なっており、その違いが斜路の植生に影響を与えることが予想される。本研究では、漁港斜路に影響を及ぼしうる構造と要因を明らかにする。

3-2 材料と方法

漁港斜路に影響を及ぼしうる構造と要因を確認するために、2015年5月から2021年3月にかけて、日本の本土沿岸の斜路保有漁港の現地視察を第2章の海藻植生の確認に併せて行った。ただし、時間の制約から、必ずしも海藻繁茂期及び干潮時の視察ではない。

調査では、デジタルカメラを用いて、斜路上・斜路端の直立壁上から植生および植生に影響を及ぼしうる構造の撮影を行ったほか、空撮画像や都道府県の漁港関連資料等では確認しづらい構造（排水口や溝など）や状態（冠砂、特徴的な小型海藻や付着動物、植食動物など出現状況）の記録を行った。

3-3 結果

3-3-1 構造と要因

斜路では、滑り材、張りブロックの孔、ブロック間の溝、端の壁および転倒防止マットなど斜路固有の構造が、海藻植生に影響を及ぼしていた。

滑り材（図 3-1A）、ブロックの孔（図 3-1B）は、天然の潮だまりと同様に、干出時の保水により海藻の分布域を潮間帯上部から飛沫帯にかけての高い位置まで広げている場合、局所的に海藻種を変更している場合、また、植食動物であるムラサキウニの生活場所となっている場合が認められた。このうち、凸型構造である滑り材は、基質面を嵩上げするため、特異的な植生が出現している例も認められた。干出域では、斜路の傾斜面と滑り材の間に形成される僅かな窪みが保水し、特定の海藻や巻貝が窪みに沿って分布している様子が確認された。

ブロック間の溝（図 3-1C、3-1D）も、ブロックの孔と同様に、潮間帯上部から飛沫帯にかけての海藻の分布域を広げる場合や、局所的に海藻種を変更している場合が認められた。

斜路の端の垂直壁（図 3-1E）は海水の遡上を促進して、海藻植生の上限を数十 cm ないし 1m の幅で高めるケースが認められた。垂直壁による植生上限の上昇は、多くの場合、斜路の片側でのみ認められた。

このほか、斜路の脇の水路もしくは垂直壁の土管から排水が流れ込む場合は流域にアオサ・アオノリ類の群落が発達し（図 3-1F）、河川の流入域（図 3-1G）や湧水の湧出域（図 3-1H）でも、アオサ・アオノリ類の卓越が認められた。

砂が著しく堆積する場合は、基質面が覆われ、海藻の着生ができなくなっている場合（図 3-1I）、既存の植生が冠砂して存続が危ぶまれる場合が認められた。

北海道東岸で多く認められたが、斜路面が滑りやすくなるのを防ぐために転倒用防止マットが敷かれている場合は、海藻の生育が著しく抑制されていた（図 3-1J）。

このほか、人為的にアワビ飼育餌料海藻の確保のためにコンブの刈り取り（図 3-1K）が行われている場合があった。また、食用や釣り餌用の小型海藻が採取されている場合も見受けられたが、景観が変化する程度の影響を及ぼしているのは、コンブの刈り取りのみであった。

斜路の本来の目的である漁船の引き上げや引き下ろしを行う際に船底や係留ロープによる擦れで生じた植生の損傷（図 3-1L）を各地でしばしば見かけたが、滑り材があればその影響は滑り材の上部に限定されるため、斜路の基盤面への影響は限定的であった。

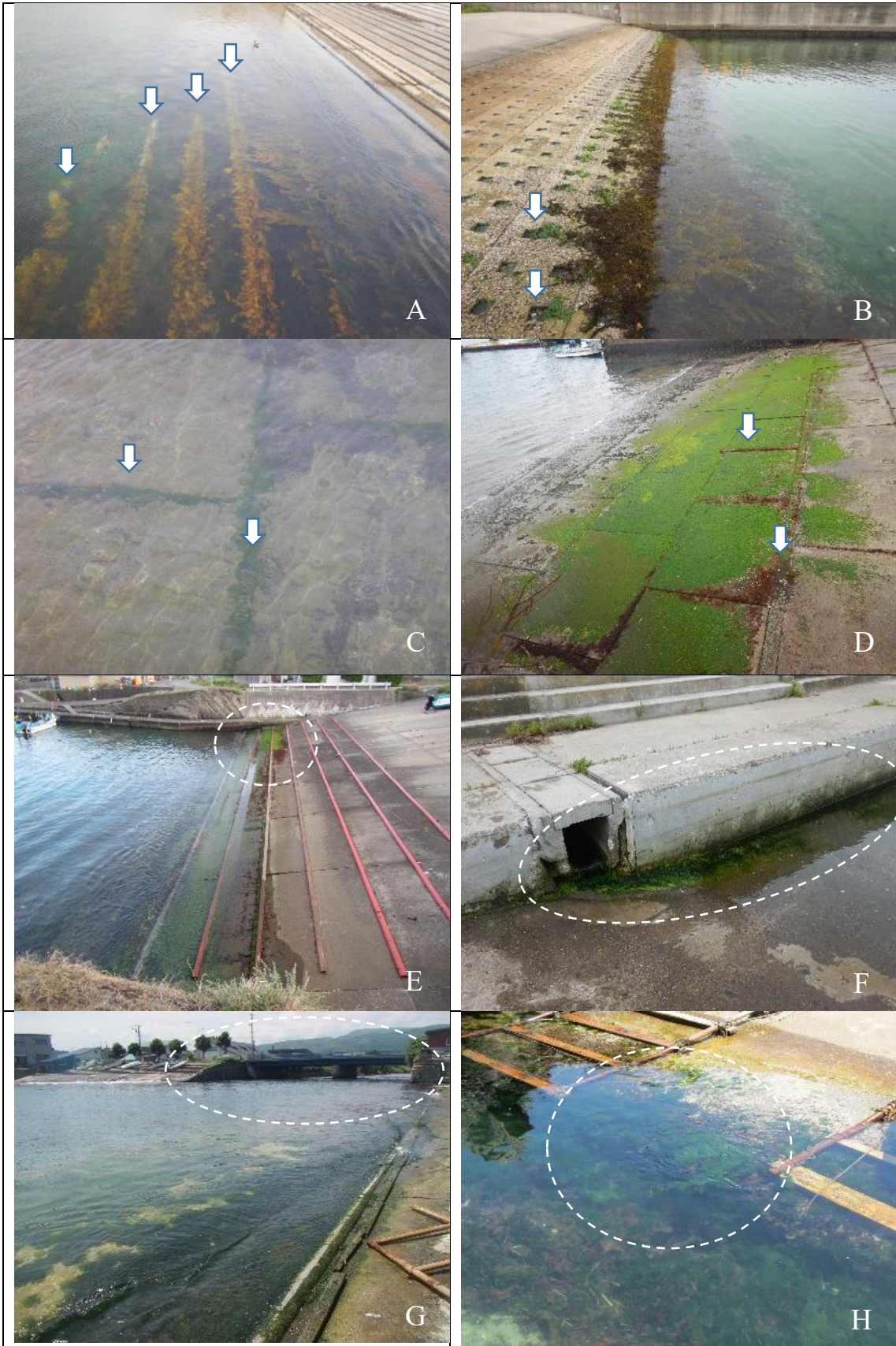




図 3-1 斜路の植生に影響を与える構造と要因

A:滑り材に集中分布するアカバ 北海道網走管内沢木漁港, B:ブロックの孔による植生の上昇 福岡県新宮漁港, C: ブロック間の溝に特定の海藻植生 (アオサ・アオノリ類) 鹿児島県片浦漁港, D: ブロック間の溝に特定の海藻植生 (フノリ類) 鹿児島県唐浜漁港, E: 斜路の端の垂直壁の海水の遡上促進による海藻植生の上昇 千葉県忽戸漁港, F: 排水流入による緑藻植生の促進 北海道網走管内能取漁港, G: 河川流入による緑藻植生の促進 北海道後志管内余市漁港, H: 湧水による緑藻植生の促進 山形県女鹿漁港, I: 堆砂による海藻植生阻害 北海道檜山管内区宮野漁港, J: 転倒防止マットによる海藻植生阻害 北海道釧路管内仙鳳趾漁港, K: 人為的な刈り取りによる植生への影響 北海道檜山管内長磯漁港, L: 船底や係留ロープの擦れによる植生の損傷 千葉県富津漁港 (下洲地区)

3-3-2 同一漁港での複数の斜路

複数の斜路を有する漁港では、その位置や向きにより海藻植生の違いが生じる例がみられた。例えば、福岡県芥屋漁港には図 3-2A に丸印で示したように内側と外側の 2 か所の斜路があり、現地調査を行った結果、内側斜路では僅かな緑藻 (図 3-2B)、外側斜路ではガラモ場 (図 3-2C) とウニによる磯焼け (図 3-

2D)が見られた。なお、図 3-2A では、内側斜路（左側の丸印）が森の陰になっており植生が判読できない。



図 3-2 同一漁港の異なる場所の斜路の海藻植生の違い
A: 福岡県芥屋漁港（内側と外側の 2 か所の斜路を有する）（Google Earth 画像 2015 年 12 月 7 日）B: 内側斜路（緑藻が僅かに生育），C: 外側斜路（ガラモ場），D: 外側斜路（ウニによる磯焼け）

また、八戸南浜漁港（金浜地区）は、深く入り組んでいて、奥に、くの字型に隣接して斜路がある（図 3-3A, 3-3B）。北側の斜路は緑藻の植生が豊富であるが、南側の斜路は植生が少なく、漁港内の隣接斜路間で相違が見られた。

なお、現地調査の結果では、南側の斜路は GE 画像撮影時よりも堆砂が進んでいた（図 3-3C）。これは、両斜路間で、海水の流れに違いがあることを示唆している。海水の流れの違いによる堆砂、浮泥の堆積、濁りなどの環境要因が

海藻植生に影響を与えていると考えられる。このように、同一漁港内でも、また、隣接する斜路でも海藻植生は異なっていることが確認された。

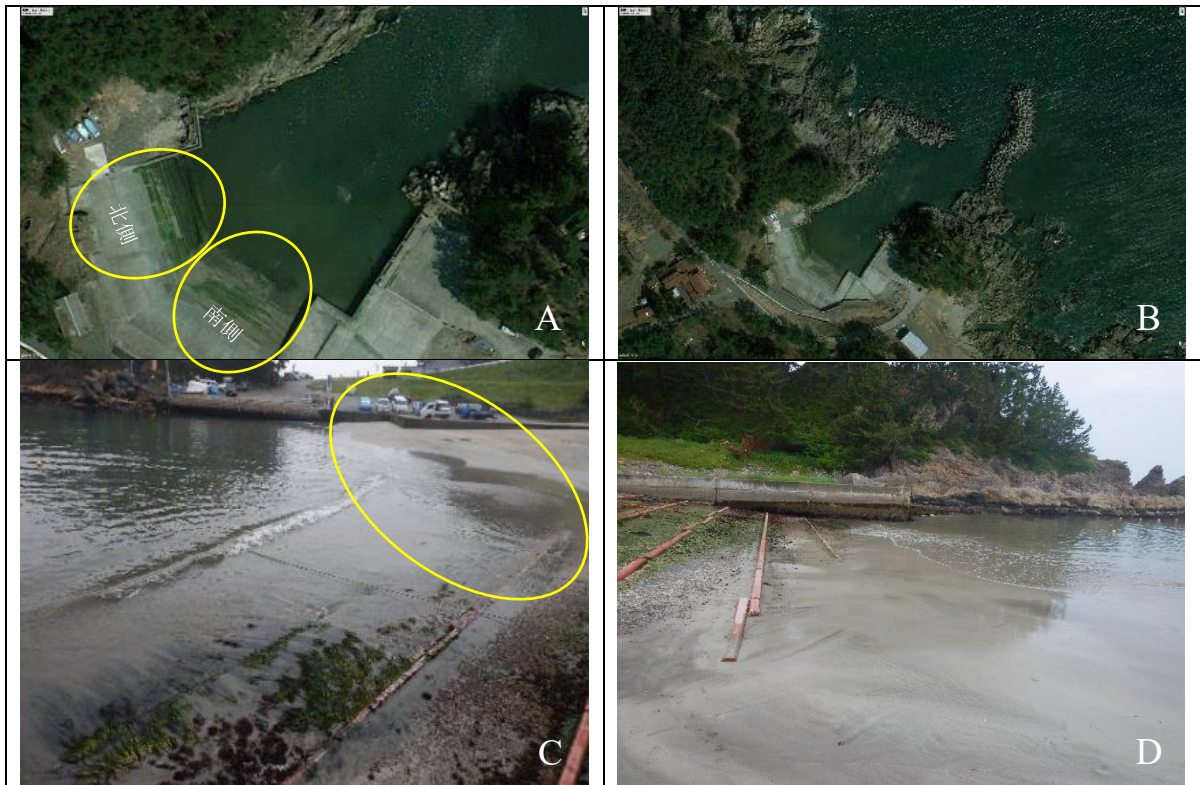


図 3-3 同一漁港内隣接斜路における海藻植生の違い
A: 青森県八戸南浜漁港（金浜地区）隣接する 2 つの斜路を有する（Google Earth 画像 2011 年 4 月 5 日）， B: 漁港全景（Google Earth 画像 2011 年 4 月 5 日）， C: 北側斜路からみた南側斜路（現地調査）， D: 南側斜路からみた北側斜路（南側からの堆砂が進んでいる）（2021 年 7 月）

3-4 考察

漁港斜路は、緩勾配の平面であるため、植生の帯状分布が明瞭に認められる。帯状分布の上限は干出（乾燥）などの物理的要因、下限は動植物間の競合や植食などの生物学的要因によって決まる（藤田ら 2010）。ブロックの孔、ブロック間の溝、斜路の端の垂直壁の海水の遡上、排水流入は、いずれも干出時の乾燥防止に役立っており、植生上限の上昇をもたらしていると考えられる。

基質の嵩上げなどにより水深を浅くして流れを強めることや基質形状を工夫

することにより海藻の成長を促進したり植食動物の摂餌圧を軽減したりすることは、磯焼け対策技術の技術要素にもなっている（水産庁 2021）。本研究でも、高さ 10cm 程度の滑り材に特異的な植生が出現している例が認められたが、滑り材は基質の嵩上げになっており、海水流動の変化（乱流の形成）や植食動物の摂餌圧軽減につながり、海藻の植生促進や特異的な海藻の植生の発現につながっていると考えられる。

陸域から海域に供給される栄養塩類は、沿岸海域の基礎生産を支える重要な要因である。石狩川が流入する石狩湾の海藻の分布について、塩分濃度、栄養塩濃度などとの関係が示されている（伊藤ら 2003）。また、海底湧水に含まれる栄養塩が海藻に利用されることが示されている（小林ら 2018）。排水流入、河川流入や湧水の影響を受ける斜路において、緑藻植生の促進が見られたのは塩分濃度の低下や栄養塩濃度の向上が影響していると考えられる。

第4章 Google Earth 画像の利用による漁港斜路の海藻植生のモニタリング

4-1 目的

藻場の適切な維持のためには、日頃から藻場を見守ることが必要であり、モニタリングの必要性が高まっている。広範囲を効率的にモニタリングするための方法としては、バルーン、ドローン、航空機等による航空写真、衛星画像などが導入されている。このような航空写真、衛星画像のうち、Google Earth 画像は、家庭のパソコンでだれでも利用できるという利点がある。本研究では、Google Earth のアーカイブ画像の時系列比較による漁港斜路の海藻植生のモニタリングの可能性を明らかにする。

4-2 材料と方法

Google Earth 画像の利用の可能性を検討するために、現地調査地を含む各漁港の Google Earth 画像を確認した。アーカイブ画像がある場合は、それら全画像を確認した。各画像のうち、滑り材が確認できる画像を鮮明な画像と定義し、このような鮮明な画像において、漁港斜路を観察し、現地視察で得た主要構成種・植生分布と対比した。また、アーカイブ画像を利用できる場合は、漁港斜路の海藻植生の変遷を観察した。

また、鮮明画像の割合を確認するために、2章で設定した5つの海域ごとにいくつかの県を選び（表 4-1）、その対象地域の漁港の全画像を確認した。そのうち、滑り材が確認できるものを鮮明画像、海藻繁茂期である3-5月の画像を

繁茂期の画像とし、その数及び割合を確認した。

さらに、海域ごとに特徴的な地域の全画像数、鮮明画像及び海藻繁茂期の数及び割合を確認し、現地調査の結果とともに取りまとめた。

ダウンロードした鮮明な Google Earth 画像について、画像解析ソフト MultiSpec (<https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>) により、フノリ類、アオサ・アオノリ類、褐藻を分類するために画像解析を行った。現地調査で確認しているフノリ類、アオサ・アオノリ類、褐藻を教師データとして解析を行った。

表 4-1 Google Earth 画像における画像確認県

海域	画像確認県	漁港数
北部太平洋沿岸	北海道（太平洋側）、青森県（太平洋側）	207
日本海沿岸	青森県（日本海側）、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府、兵庫県（日本海側）	241
中部太平洋沿岸	福島県、茨城県、千葉県、神奈川県、静岡県、愛知県	198
瀬戸内海沿岸	大阪府、岡山県、大分県（瀬戸内海側）	83
西部太平洋沿岸等	大分県（太平洋側）、宮崎県、鹿児島県（本土）	151

4-3 結果

4-3-1 Google Earth 画像の鮮明画像の割合

斜路の多くは白っぽいコンクリート製であるため、Google Earth 画像でも解像度がよい場合には、現地調査の情報も元に、藻場の種類や分布状況を確認できた。ただし、雲による被覆や波浪の影響により斜路の状況が確認できない場合もあった。

5つの海域について、合計 9,514 の画像を確認した結果、鮮明画像の割合は、27～41%、平均 34%であった。また、繁茂期の画像の割合は、1～20%、平均 13%であった（表 4-2）。

表 4-2 Google Earth 画像における鮮明画像と繁茂期画像の割合

	鮮明画像数	繁茂期の画像数	全画像数
北部太平洋沿岸	449	19	1,664
	27%	1%	
日本海沿岸	675	390	2,201
	31%	18%	
中部太平洋沿岸	1,226	595	2,958
	41%	20%	
瀬戸内海沿岸	336	190	982
	34%	19%	
西部太平洋沿岸等	586	57	1,709
	34%	3%	
合計	3,272	1,251	9,514
	34%	13%	

斜路では、船舶の昇降を円滑に行うためにしばしば滑り材（図 4-1）が敷設されている。滑り材は幅が約 15 cmの規格となっており、Google Earth 画像では、解像度にもよるが、概ねこれと同等以上の幅の海藻帯は帯状の群落として認めやすかった。（図 4-2）。

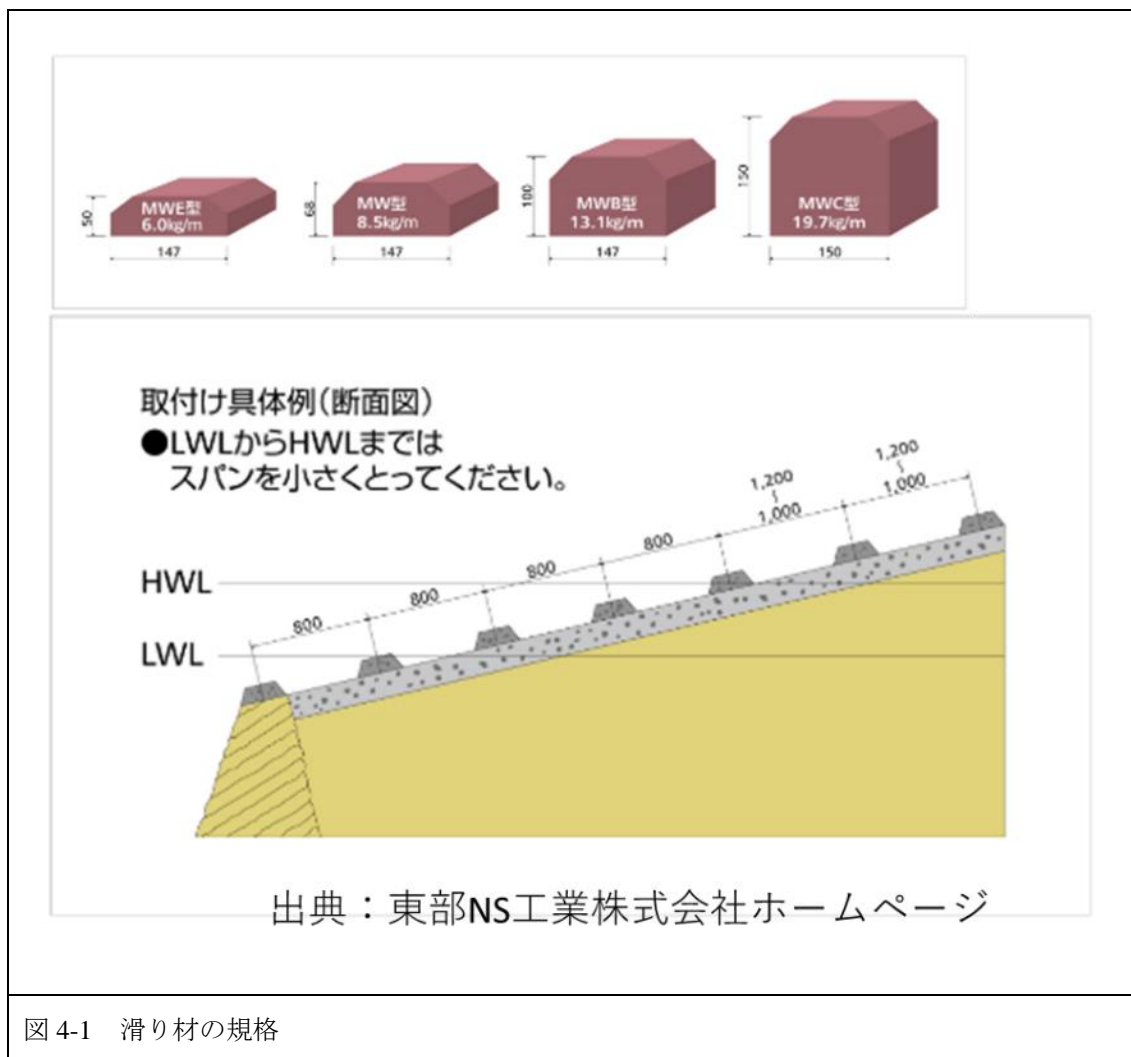


図 4-1 滑り材の規格

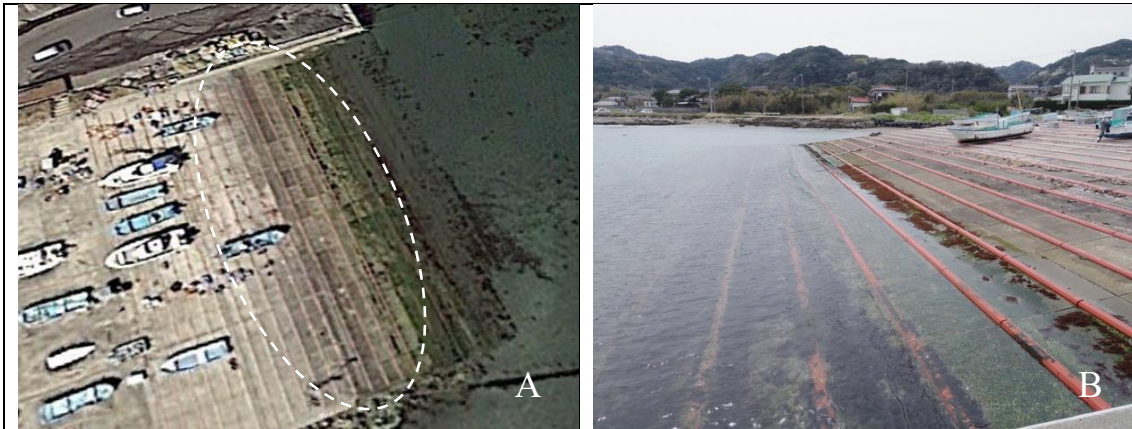


図 4-2 Google Earth 画像による滑り材の見え方（千葉県坂田漁港）

A: Google Earth 画像（2014年3月23日）

B: 現地調査の画像（2016年3月30日）

4-3-2 北部太平洋沿岸の Google Earth 画像

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、北海道日高地方沿岸の調査結果を表 4-3 に示す。鮮明な Google Earth 画像は、2014 年 10 月から 2020 年 7 月までの画像であった。

全画像数は 126 で、そのうち鮮明な画像の数は 42（33%）であったが、海藻繁茂期の画像は存在しなかった（表 4-3）。

4-3-3 日本海沿岸の Google Earth 画像

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、兵庫県日本海側沿岸の調査結果を表 4-4 に示す。鮮明な画像を確認できた Google Earth 画像は、2014 年 11 月から 2020 年 6 月までの画像であった。全画像数は 138 であり、そのうち鮮明な画像の数は 59（43%）で、海藻繁茂期（3～5 月）の画像の数は 33（24%）であった（表 4-4）。

4-3-4 中部太平洋沿岸の Google Earth 画像

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、神奈川県沿岸の調査結果を表 4-5 に示す。鮮明な画像を確認できた Google Earth 画像は、2006 年 12 月から 2020 年 11 月までの画像であった。全画像数は 427 であり、そのうち、鮮明な画像の数は 124 (29%) であった。そのうち、海藻繁茂期である 3 月から 5 月にかけての画像の数は 60 (14%) であった (表 4-5)。

4-3-5 西部太平洋沿岸等の Google Earth 画像

本海域の代表的な海藻植生を示す場所として、鹿児島県本土沿岸の調査結果を表 4-6 に示す。鮮明な画像を確認できた Google Earth 画像は、2014 年 11 月から 2020 年 12 月までの画像であった。全画像数は 739 で、そのうち鮮明な画像の数は 227 (31%) であった。海藻繁茂期である 3~5 月の画像は存在しなかった (表 4-6)。

4-3-6 Google Earth での経年変化の確認例

千葉県守谷漁港の 2012 年 3 月 29 日、2014 年 3 月 23 日、2015 年 10 月 9 日、2020 年 3 月 24 日の Google Earth 画像において、漁港斜路の海藻植生及び堆砂の変化が確認できた (図 4-3)。2012 年 3 月においては、堆砂は斜路左側に限定的に存在し、斜路には海藻植生の分布が確認できた。2014 年 3 月、2015 年 10 月、2020 年 3 月と堆砂の面積が広がっており、それに伴い、斜路の海藻植生の分布域が減少していることが確認できた。

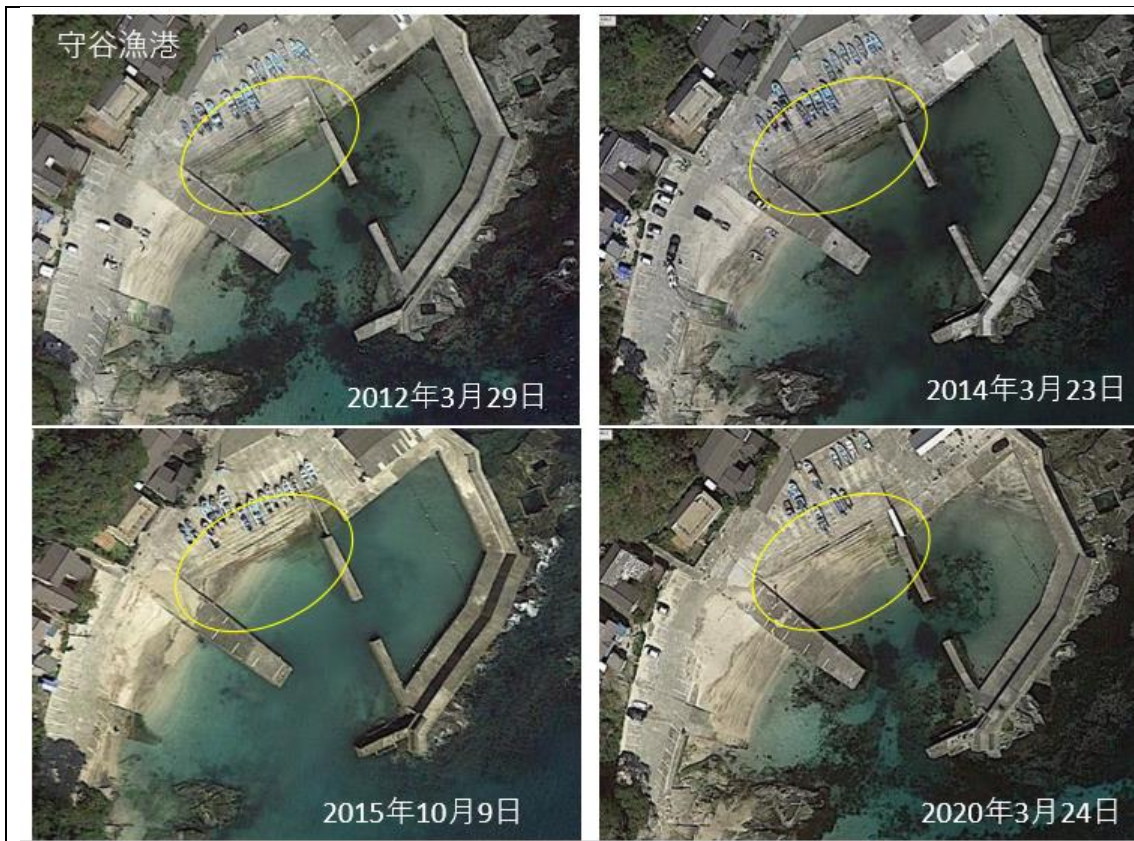
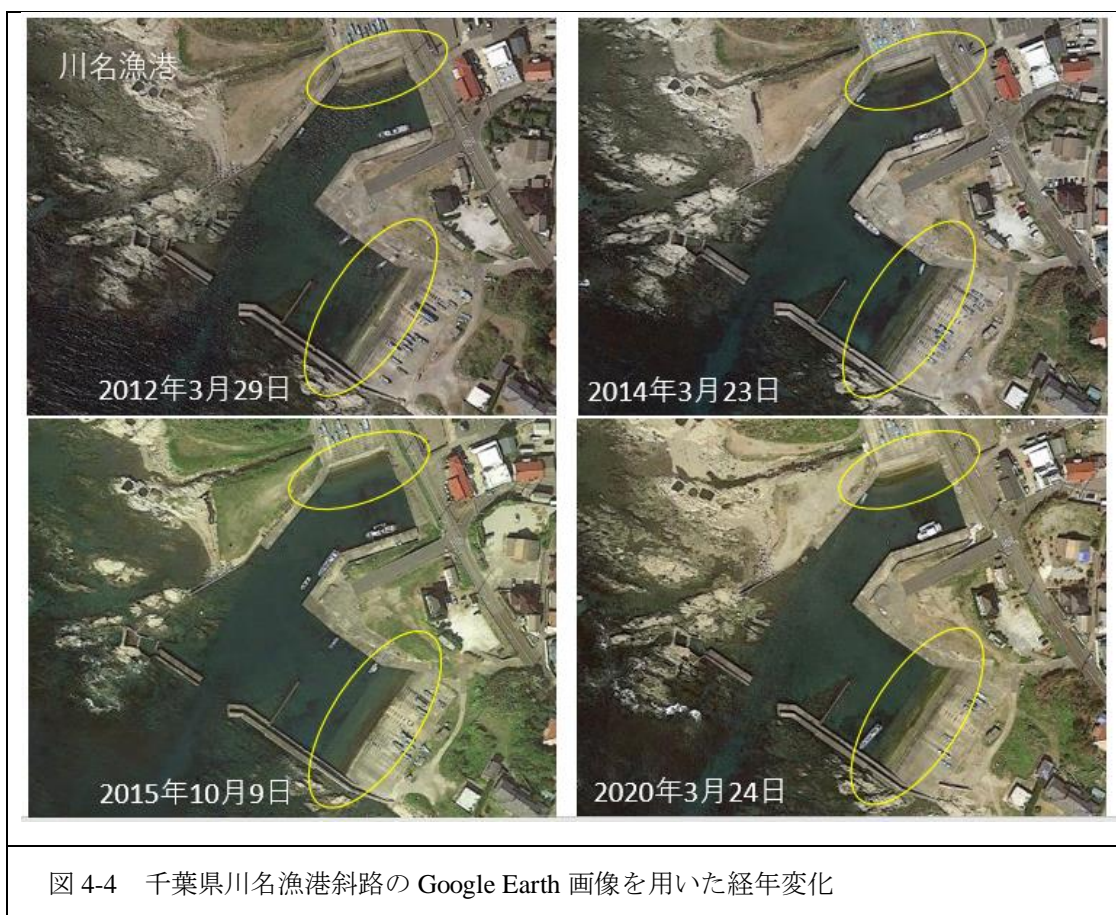


図 4-3 千葉県守谷漁港斜路の Google Earth 画像を用いた経年変化

また、千葉県川名漁港の 2012 年 3 月 29 日、2014 年 3 月 23 日、2015 年 10 月 9 日、2020 年 3 月 24 日の Google Earth 画像において、漁港斜路の海藻植生の経年変化及び季節変化が確認できた（図 4-4）。海藻繁茂期である 3 月の画像を比較すると、2012 年及び 2014 年の画像からは、濃い茶色と緑色がそれぞれ帯状に分布し濃く見える。これらは、現地調査の結果から、それぞれフノリ類とアオサ・アオノリ類であると判断されたが、2020 年の画像では、それぞれ色が薄くなっており、植生が減少していることが確認された。また、3 月の画像と取得年は異なるが海藻の衰退期である 10 月の画像を比較すると、10 月の画像は色が

薄く海藻植生が減少していることが確認できた。



海藻は斜路の水深に従って帯状分布を示すことが多いが、帯状分布は Google Earth 画像でも認められる (図 4-5)。2016年3月の現地調査において、フノリ類とアオサ・アオノリ類の帯状分布が確認されている。撮影年は違うものの同じ海藻繁茂期である2012年3月の Google Earth 画像でもフノリ類とアオサ・アオノリ類の帯状分布が確認できる。



図 4-5 千葉県南無谷漁港斜路におけるフノリ類とアオサ・アオノリ類の帯状分布
 A: 現地調査画像 (2016年3月29日)
 B: Google Earth 画像 (2012年3月29日)

また、斜路では縁辺を中心にウニが数多く分布しウニによる磯焼けとなり、無節サンゴモが覆うかコンクリート面が露出して白くなっていることがあり、Google Earth 画像はその状況確認の手掛かりとして有効である。北海道珊内漁港では斜路縁辺部がウニによる磯焼けとなっていた (図 4-6A)。この斜路を撮影年は違うものの同じ 8 月の Google Earth 画像で確認すると、ウニの存在を確認することはできないが、斜路縁辺部が白くなっており、磯焼けとなっていることは確認できた (図 4-6B)。

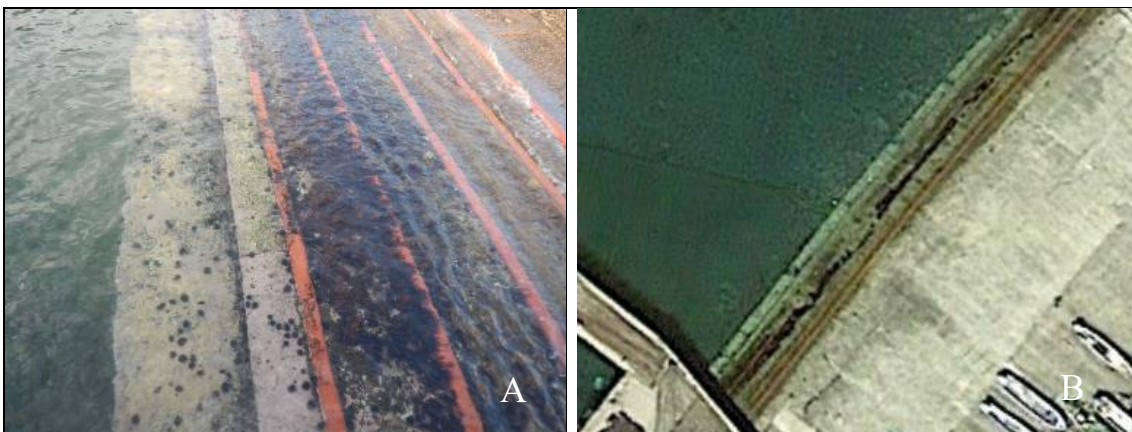
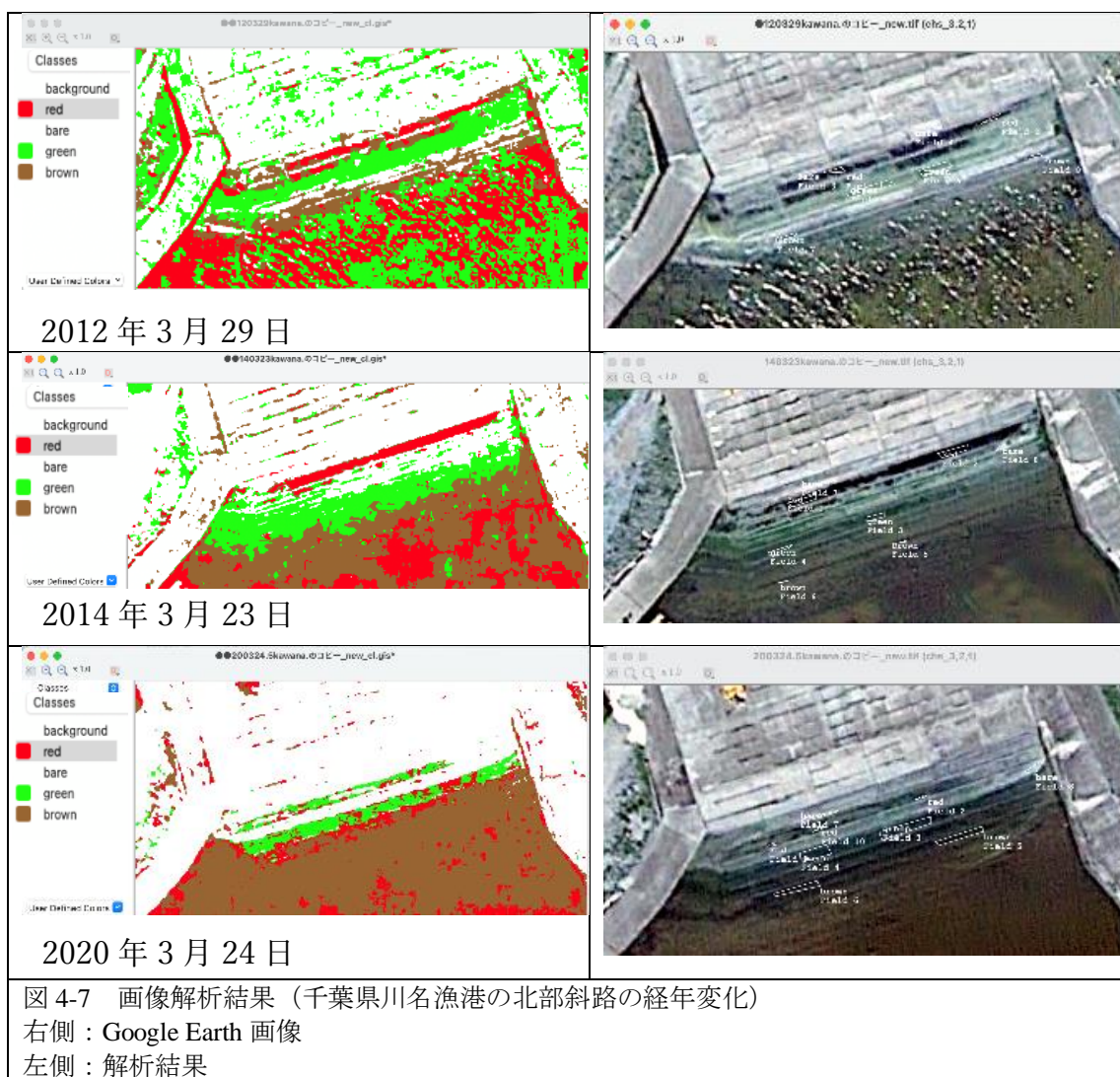


図 4-6 北海道珊内漁港における斜路縁辺部のウニによる磯焼け
 A: 現地調査画像 (2018年8月22日)
 B: Google Earth 画像 (2016年8月27日)

4-3-7 画像解析

図 4-7 は 4-2-7 で示した千葉県川名漁港の北部斜路の画像を用いて、画像解析を行った結果である。赤い部分がフノリ類、緑色の部分がアオサ・アオノリ類である。各解析結果を見ると、波の影響もあり、海面下はうまく反映できていないが、陸上部分においては、赤色と緑色が明瞭なゾーンとして認められた。2012年及び2014年の画像では赤い部分のフノリゾーン、緑色のグリーンベルトが明瞭なゾーンとして確認でき、豊富な植生を示す。一方、2020年の画像ではグリーンベルトが見えているものの、赤い部分のフノリゾーンは確認できず、画像の直接確認の結果と同様に植生の減少を示した。

陸上部分が中心となるが、Google Earth 画像をもとに画像解析が可能であることが示唆された。また、画像解析を行うことにより藻場面積の算出も可能となることから、今後、定量的な解析の実施も期待される。さらに、水面下の教師データを活用した海面下を含む斜路全体の植生解析も期待される。



4-4 考察

Google Earth 画像は、一般的に都市部で更新頻度が高く、画像数が多いのに対して、地方では更新頻度が低く、画像数が少なかった。このため、利用に際しては、漁港ごとや海域ごとの更新頻度や画像数に差があることに留意すべきと考えられた。このように、更新頻度の違いによる画像数、鮮明画像の割合、繁茂期の画像の割合など、海域ごとの差はあるが、どの海域でも一定数の鮮明画像、繁茂期の Google Earth 画像が確認され、Google Earth 画像は藻場のモニタ

リングに効果的な手段となり得ることを示した。

解像度と更新頻度が高く、海藻の繁茂期の画像が提供されている場合には画像から多くの情報が得られ、最新画像以外に各画像の下部に撮影年月日が記載されているアーカイブ画像や地上目線から撮影されたストリートビュー画像も利用できる。アーカイブ画像は、モニタリングの記録がない地域の情報を過去にさかのぼって確認・モニタリングすることができる。また、遠隔地で現地訪問が困難な場合は特に重宝する。ただし、雲による被覆や波浪の影響により斜路の状況が確認できない場合もあった。

沖縄県での市民参加による海草藻場のモニタリング調査において、海草藻場の空間動態の正確な把握のためには、リモートセンシング等で得られる空間分布情報との比較解析を統合的に行うことで、両方法の制約を克服した有効な調査が実施できると報告されている（吉田ら 2007）。

漁港斜路のモニタリングにおいても、現地調査と Google Earth 画像での調査を合わせて行うことが有効であると考えられる。現地調査は、詳細な調査が可能である。一方、多くの漁港を少ない人数で調査する場合、高頻度での調査が困難である。また、地域の住民が調査を行う場合、調査の頻度を高めることはできるが調査の精度にばらつきが生じることも想定される。Google Earth 画像での調査は、少ない人数で短時間に多くの地点の調査を行うことができる。一方、調査頻度や時季は画像の更新頻度・時季に左右されるとともに、Google Earth 画像のみでは種の判断は困難である。

なお、両方法を組み合わせることにより、両方法の制約を緩和することがで

きる。具体的には、Google Earth 画像により対象漁港斜路の最新状況や過去の変化を事前調査することによる現地調査の効率化、現地調査後の Google Earth 画像調査による現地調査の補完調査や調査精度の向上、現地調査が困難な場合の Google Earth 画像調査による情報収集、現地調査による Google Earth 画像解析結果の確認による精度の向上などの効果が期待される。

なお、漁港によっては、流木や流れ藻・寄り藻が斜路まで覆うことがあり、特に Google Earth 画像など空撮画像の利用では注意を要する。

第5章 データベース作成とモニタリングの試み（千葉県を例にして）

5-1 目的

漁港斜路を、モニタリング場所として活用するために、全国の漁港斜路の海藻植生を現地調査や Google Earth の空撮画像の判読による調査を行った（第2章から第4章）。本研究では、千葉県内の漁港を例にして、漁港斜路の植生に関するデータベースを作成するとともに、モニタリングの例を示すことを目的とした。

5-2 材料と方法

第2章から第4章の結果を踏まえ、表 5-1 の情報を含むデータベースを作成した。

表 5-1 データベースの作成項目

漁港情報（漁港名，種別，所在地，分区）
Google Earth 画像（全画像数，鮮明な画像数・日付，繁茂期の画像数）
現地調査（実施の有無）
植生情報，その他特徴，植生の特徴（アオサ・アオノリ類，フノリ類，ホンダワラ類の帯状分布，ウニによる磯焼けが確認できる漁港数，Google Earth で確認できる漁港数）
主な画像（Google Earth 画像，現地調査画像）

5-3 結果

5-3-1 データベース

データベースとすべき、千葉県全漁港の各情報の取りまとめ結果を表 5-2 に示す。

表 5-2 千葉県漁港斜路とりまとめ結果

漁港数	分港	合計	Google Earth画像					
			全画像数	鮮明画像数	うち繁茂期 (3-5月) の数			
68	4	72	1,041	486	246			
			100%	47%	24%			
植生の特徴								
	アオサ・アオノ リ類の帯状分布		フノリ類の帯 状分布		ホンダワラ類 の帯状分布		ウニによ る磯焼け	
		GE確認		GE確認		GE確認		GE確認
漁港数	26	26	24	24	5	5	5	5
割合	36%	100%	33%	100%	7%	100%	7%	100%

千葉県には 68 の漁港があり、さらに分港が 4 港あるため、合計で 72 か所の漁港が存在する。この 72 か所の港について、確認できた Google Earth 画像数は 1041 であった。このうち、鮮明な画像は 486 (47%)、うち繁茂期 (3月~5月) の画像は 246 (24%) であった。

植生の特徴については、アオサ・アオノリ類の帯状分布が確認できる漁港

(分港を含む) は 26 港 (36%), このうち Google Earth 画像でも確認できるものが 26 港 (100%), フノリ類の帯状分布が確認できる漁港は, 24 港 (33%), このうち Google Earth 画像でも確認できる漁港が 24 港 (100%), ホンダワラ類の帯状分布が確認できる漁港は 5 港 (7%), このうち Google Earth 画像でも確認できる漁港が 5 港 (100%), ウニによる磯焼けが確認できる漁港の数は 5 港 (7%), このうち Google Earth 画像でも確認できる漁港が 5 港 (100%) であった。

千葉県沿岸漁港斜路のデータベースは別添資料 (P84) のとおりである。

5-3-2 千葉県各地漁港の斜路の海藻植生

千葉県各地漁港の斜路の海藻植生の一部を図 5-1 に示す。千葉県では, ほぼ全漁港斜路においてアオサ・アオノリ類が確認された。東京湾奥や九十九里浜に面する漁港の斜路はほぼアオサ・アオノリ類のみで貧植生であった。なお, 東京湾奥の金田漁港ではオゴノリ類が生育していた。

それ以外の海藻植生は, 主に富津岬から太東岬にかけて発達していた。これら地域の漁港の斜路には, アオサ・アオノリ類に加えて, アマノリ類, フノリ類, ホンダワラ類などが生育しており, 多くの漁港斜路において明瞭な帯状分布が確認された。

また, 東京湾側の金谷漁港から小浦漁港にかけてムラサキウニによる磯焼けが見られた。図 5-1 には保田漁港のウニ焼けの様子を示している。ただし, この範囲に存在する岩井袋漁港ではウニによる磯焼けはみられなかった。岩井袋

漁港は波が漁港斜路に直達するような形状となっており、その形状から漁港斜路部分の流速の影響が考えられた（図 5-2）。なお、ムラサキウニが優占する磯焼けの斜路はこれら漁港よりも北では確認できず、東京湾におけるこれら漁港斜路のウニによる磯焼けはムラサキウニが優占する磯焼け斜路の北限であった（図 5-3）。

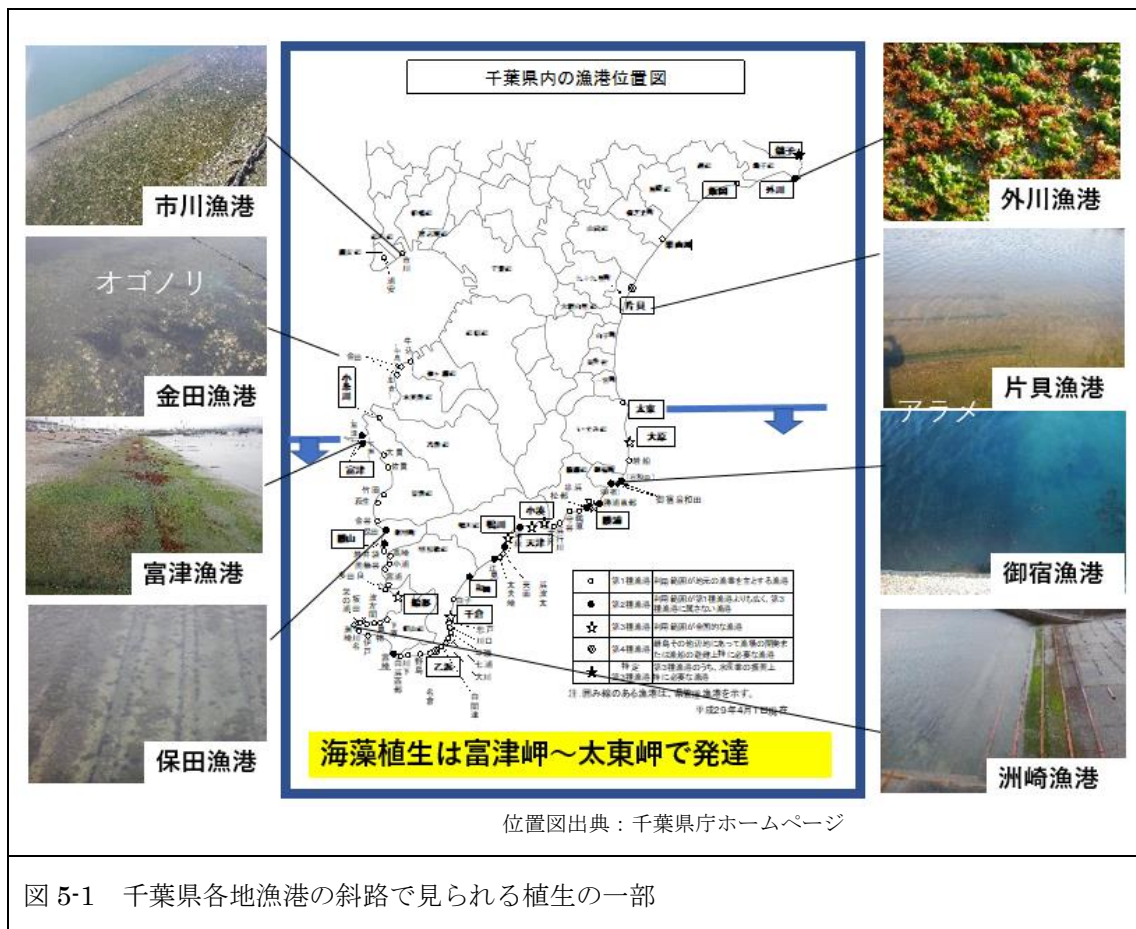


図 5-1 千葉県各地漁港の斜路で見られる植生の一部



図 5-2 ウニによる磯焼け地域における磯焼けが無い漁港とある漁港の Google Earth 画像 (2014年3月23日)
 A:岩井袋漁港 (ウニによる磯焼け無し。波が直達する形状), B 勝山漁港 (ウニによる磯焼けあり), C:高崎漁港 (ウニによる磯焼けあり), D:小浦漁港 (ウニによる磯焼けあり)



図 5-3 東京湾におけるウニ焼け漁港（★の印は漁港斜路がウニによる磯焼けの漁港）

5-3-3 モニタリング事例

千葉県漁港斜路のモニタリングの参考事例として、内房、外房から、一漁港ずつ選んで示す。

内房からは、南無谷漁港を例示した。本漁港では、緑藻、フノリ類、ホンダワラ類の帯状分布が見られる（図 5-4）。また、Google Earth 画像の比較による季節変化、経年変化、帯状分布も確認できる（図 5-5）。2012 年 3 月 29 日、2014 年 3 月 23 日、2015 年 10 月 9 日、2020 年 3 月 24 日の Google Earth 画像において、海藻繁茂期である 3 月の画像を比較すると、2012 年及び 2014 年の画像からは、フノリ類、アオサ・アオノリ類の帯状分布が濃くみえるが、2020 年の画像

では、色が薄く植生が減少していることが確認される。また、3月の画像と取得年は異なるが海藻の衰退期である10月の画像を比較すると、10月の画像は色が薄く海藻植生が減少していることが確認できる。

外房からは、天津漁港を例示した。本漁港は、3か所の斜路を有している。西側の2か所の斜路は比較的港口に近く、波あたりが良いと推察され、緑藻、フノリ類、ホンダワラ類の帯状分布が見られる。東側斜路は港の奥に位置しており、静穏度が高く、またカキが見られ、植生は西側斜路に比べ少ない（図 5-6）。また、Google Earth 画像の比較による季節変化、経年変化、帯状分布も確認できる（図 5-7, 図 5-8）。2012年3月29日、2014年3月23日、2015年10月9日、2020年3月24日の Google Earth 画像において、海藻繁茂期である3月の画像を比較すると、2012年及び2014年の画像に比べ、2020年の画像は、フノリ類、アオサ・アオノリ類帯状分布が幅広くみえ分布面積の増加が確認される。また、3月の画像と撮影年は異なるが、10月の画像は色が薄く海藻が衰退期にあつて減少していることが確認できる。



図 5-4 南無谷漁港（緑藻，フノリ類，ホンダワラ類の帯状分布）



図 5-5 南無谷漁港（Google Earth 画像による季節変化，経年変化，帯状分布）



図 5-6 天津漁港（緑藻，フノリ類，ホンダワラ類の帯状分布）



図 5-7 天津漁港 西側斜路 (Google Earth 画像による季節変化, 経年変化, 带状分布)



図 5-8 天津漁港 東側斜路 (Google Earth 画像による季節変化, 経年変化, 带状分布)

5-4 考察

藻場は自然環境の影響を受けて絶えず変化している。磯焼けが発生してもいち早く察知し、対策を的確に実施すれば、回復することが期待される。そのために、日頃から藻場を見守り、藻場のあるべき姿を把握するために、日常的にモニタリングを行うことが必要である（水産庁 2021）。沿岸資源を保全しつつ、資源の持続的な利用を行う沿岸資源管理において、沿岸資源管理の成功の要因として地域コミュニティ全体に資源のオーナーシップ・資源減少への危機感があると考えられている（鹿熊 2016）。わが国において、多くの漁村コミュニティに漁港がある。漁村コミュニティ地域の住民が、地域の資源である藻場にオーナーシップを持ち、日常的にモニタリングを行うためには、アクセスが容易である地域の漁港斜路がモニタリング適地となり得る。なお、水産庁は「水面多面的機能発揮対策」を2013年に開始し、漁業者が中心となり行う藻場の回復やモニタリングの活動を支援している。

Google Earth 画像の比較により季節変化、経年変化、帯状分布が確認できることから、漁村コミュニティ地域の住民によるモニタリングと合わせて実施することにより、地域の住民によるモニタリングの精度の向上や Google Earth 画像解析の精度の向上が期待される。さらに、Google Earth 画像はアーカイブ画像が利用でき、モニタリングの記録がない地域の情報を過去にさかのぼって確認・モニタリングすることができる。今後、このデータベースのデータを充実させるとともに、このデータベースを用いて、海藻が生えている斜路の条件、磯焼けの条件、自然藻場との比較などの詳細な分析が期待される。

第6章 総合考察

漁港の斜路は、海藻植生が豊富で、潮間帯上部～潮下帯上部の海藻の帯状分布、磯焼けなどの状況を観察できるうえ、アクセスが容易で比較的安全である。また、斜路はほぼ同じ緩勾配で、ほぼ同様のコンクリート基質で構成されるため、藻場の比較の場としても利点がある。ただし、斜路面では、藻類や泥の堆積などにより滑りやすくなっていたり、滑り材の破損・流失後に残ったボルトなどの突出物が残っていたり、段差や孔、溝などで転倒しやすくなっているなど、天然の岩礁域とは異なる危険もはらんでいるので、調査や観察には十分留意する必要がある。

近年、温暖化や海岸の人工改変によって藻場が衰退する傾向にあり、藻場や磯焼けに関する普及啓蒙は、藻場の保全のみならず、藻場回復のための人材の確保の面でも、喫緊の課題となっている。漁港は全国津々浦々に約 3,000 港が点在し、漁港によっては複数の斜路を保有することから、環境教育のフィールドやモニタリングサイトとして適しており、有効活用が期待される。これまで、日本各地の潮間帯を中心とした植生調査を集大成した例として、「極東の海藻植生学的研究」谷口（1987）があり、例えば、千葉県で 8 か所の植生記録を残しているが、千葉県には 68 漁港（分港を含めると 72 漁港）があり、斜路直近まで自動車アクセスし直ちに観察を始めることができる。本研究で示したように、磯焼け域を見たことがない人でも最も手軽に見ることができる。また、漁港によっては、非常に美しいカラフルな海藻による帯状分布が認められ、地域の魅力の一つとして注目に値する。さらに、潮間帯に多産するフノリ類の研

究 (Yang et al. 2021) で用いられたように、便利な海藻類の採集場所として、分類学的研究にも貢献することが期待される。

注意しなければならないのは、経済的価値の高い海藻や有用動物（ウニ、巻貝など）の一般市民による密漁や乱獲で、仮に採取するにせよ、地域のルール（漁業権、漁業調整規則、あるいは特別採捕許可）に従うべきである。

漁港斜路の海藻植生は、基本的には、周辺の自然海岸の植生と同様の植生である一方、漁港の植生は、周囲の地形や漁港の構造、斜路の付帯構造、植食動物や付着動物の定着などにより変更される。一方、コンブ類の分布やウニによる磯焼けの分布では、天然岩礁域とは異なる状態の出現も確認された。今後、漁港斜路と周辺の自然海岸の水深別植生の比較が期待される。

漁港斜路の植生は、空撮で最も明瞭に認めやすい海藻植生の一つで、身近な公開画像でも状況を確認できる。Google Earth 画像は、撮影の季節や頻度が地域によって異なるが、斜路の海藻の帯状分布や種々の要因による変更植生の確認、広域比較や時系列比較が可能で、現地入りに先立つ事前調査や事後の補完調査、あるいは現地確認が困難な場合の調査やモニタリングの記録がない地域の過去の情報収集に役立つ。また、現地調査と Google Earth 画像での調査の両方法を組み合わせることにより、両方法の制約を緩和することができ、効率的、効果的な調査を実施することができる。

漁港斜路の植生は、グリーンインフラとして注目すべき藻場であり、今後、離島域での斜路の植生確認、ドローンを利用した斜路全面調査、市民による継続的なモニタリングなどが期待される。特に、市民によるモニタリングは市民

への環境教育の観点からも有効である。

また、管轄は異なるが、全国に約 1,000 の港湾があり、その一部にも斜路を保有する港があり、同様の調査や活用が望まれる。また、海域によっては、市町村や個人宅が設置した斜路、階段、あるいは護岸にも漁港斜路と同様の植生も活用すれば、より詳細な植生の観察が可能となるであろう。

謝辞

本研究の遂行および論文の作成にあたり，多大なるご指導ご鞭撻を賜った指導教員である東京海洋大学応用藻類学研究室の藤田大介准教授に深く感謝申し上げます。

また，数々の貴重なご助言をいただいた本学沿岸生産環境学連携講座の桑原久実教授，本学藻類学研究室の鈴木秀和教授に深く感謝申し上げます。

さらに，水産土木建設技術センター完山暢氏，海中景観研究所安藤亘氏，株式会社ベントス南里海児氏，ヤグチダイバー高階琢也氏には現地調査，水産庁および各都道府県の漁港担当者の方々には漁港関連の資料の収集にご協力いただきました。深く感謝申し上げます。

引用文献

- 明田定満, 山本泰司, 小野寺利治, 鳴海日出人, 斉藤二郎, 谷野賢二. 複断面構造を有する港湾構造物への海藻群落形成について. 海岸工学論文集 1997 ; 44 : 1131-1135.
- 安藤亘, 中村憲司, 星場順之. 藻場造成型防波堤の藻場形成の特性. 海洋開発論文集 2003 ; 19 : 1-6.
- 安藤亘, 岡野崇裕, 佐貫宏, 小野浩二, 伊藤陽, 石田和敬. 人工リーフを利用した藻場造成技術について. 海洋開発論文集 2004 ; 20 : 329-334.
- 荒川久幸, 松生洽. 褐藻類カジメ・ワカメの遊走子の沈降速度および基質着生に及ぼす海中懸濁粒子の影響. 日本水産学会誌 1990 ; 56 : 1741-1748.
- 千葉県. 千葉県の自然史 本篇 4 千葉県の植物 1 藻類. 1998.
- 千原光雄. 標準現職図鑑全集 海藻・海浜植物. 保育社, 1970.
- 道津光生. 海岸構造物による岩礁域生物の生息場の造成—北海道南西部沿岸における海藻と藻食動物の共存をめざして—. 海生研研報 2006 ; 9 : 1-46.
- 道家章生, 井谷匡志, 辻秀二, 内野憲, 宗清正廣. 簡易放流器を用いたサザエ種苗の防波堤側面放流 (短報). 京都海洋センター研報 1992 ; 15 : 51-52.
- Fujita, D, Okada, H and Sakata, K. The importance of some marine red algae inhabiting fishing-port water break vertical surface as natural food for juvenile horned turban Turbo (Batillus) conutfus. Bull. Toyama Pre. Fish. Exp. Stn.1990; 2: 41-51.
- 藤田大介, 湯口能生夫. 富山県朝日町宮崎沿岸の海藻.富山県水試研報 1995 ; 6 : 1- 15.

藤田大介．氷見市・高岡市沿岸の海藻と藻場．氷見漁業協同組合，氷見．2002.

藤田大介．磯焼け．21世紀初頭の藻学の現況（堀ら編著）．日本藻類学会，
2001；102-105.

藤田大介，野田幹雄，桑原久実編．海藻を食べる魚たち—生態から利用まで—．
成山堂書店，東京．2006.

藤田大介，町田裕二，桑原久実編．磯焼けを起こすウニ—生態・利用から藻場
回復まで—．成山堂書店，東京．2008.

藤田大介，村瀬昇，桑原久実編．藻場を見守り育てる知恵と技術．成山堂書店，
東京．2010.

藤田大介，藤田知里，坂口雅之．ワカメは船底で運ばれる？—漁船船底の海藻
着生実態と海鷹丸の長期航海履歴水温の解析—．藻類 2014；62：51.

藤田大介，櫻井克聡，平野央，桑原久実．漁港とその周辺における藻場の分布
特性の解明とモニタリング手法の開発．港漁場漁村技術研究所調査研究論
文集 2015；25：147-152.

藤田大介．磯焼け対策の課題，漁港漁場 2019；61：1-6.

福原英司．北海道近海産アマノリ属の分類学的ならびに生態学的研究．北海道
区水産研究所研究報告 1968；34：40-99.

平野央，櫻井克聡，粕谷和寿，藤田大介．冬季波浪の厳しい日本海における海
藻着生場としての漁港及び周辺海域の評価とこの海域に適した生産増大技
術の開発．漁港漁場漁村技術研究所調査研究論文集 2010；21：147-152.

堀正和，桑江朝比呂．ブルーカーボン—浅海における CO₂ 隔離・貯留とその活

- 用一．地人書館，東京．2017.
- 傍土清志，大里睦男，菅原英男，二宮早由子，帯津直彦．港湾構造物の鉛直面における藻場造成技術の開発．土木学会年次学術講演会 2003；58：VII-37.
- 兵庫県．兵庫県瀬戸内海海域・日本海海域藻場・干潟ビジョン．2020.
- 伊藤敏朗，森信幸，福田光男，佐藤朱美，金子彰雄，山下俊彦．石狩湾東岸海域の海藻分布特性と河川水の影響．海洋開発論文集 2003；19：385-389.
- 鹿熊信一郎．途上国における村落主体沿岸資源管理評価ツール．地域研究 2016；18：51-67.
- 環境庁自然保護局．第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書（干潟・藻場・サンゴ礁調査）第2巻 藻場．1994.
- 環境省自然環境局生物多様性センター．2020年度モニタリングサイト1000アマモ場・藻場調査報告書．2021.
- 川口毅．漁港工学概論．成山堂書店，東京．2005.
- Kawamata, S. Effect of wave-induced oscillatory flow on grazing by a subtidal sea urchin *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1998; 224: 31-48.
- 川俣茂，木元克則．波浪による海藻の流失に関する研究．沿岸漁場整備開発調査（直轄）報告書 平成9年度．1999；100-117.
- 川嶋昭二．日本産コンブ類図鑑．北日本海洋センター，札幌．1989.
- 川嶋昭二．日本産寒海性コンブ類の形態と分類．生物研究社，東京．2012.
- 菊地則雄．平成18年度マリンサイエンスギャラリー展示解説書 アサクサノリーノリの自然誌一．千葉県立中央博物館分館海の博物館，2006.

- 小林志保, 生田健吾, 杉本亮, 本田尚美, 山田誠, 富永修, 小路淳, 谷口真人.
山形県釜磯海岸における海底湧水の定量化と栄養塩環境への影響評価. 日本水産学会誌 2019 ; 85 : 30-39.
- 桑原久実, 川井唯史, 金田友紀. 磯焼け海域の藻場造成礁におけるホソメコンブを維持するために必要な流動条件. 水産工学 2002 ; 39 : 47-53.
- 三浦浩, 小島大典, 伊藤靖. 真名瀬漁港<自然調和型沖防波堤>における藻場の変遷と効果. 日本水産工学会学術講演会講演論文集 2012 ; 24 : 87-90.
- 三浦浩, 伊藤靖, 吉田司. 漁港の生態系構造と生物現存量の推定. 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 2013 ; 69 : I_1211-I_1215.
- 中原真哉, 大道優平, 平岡喜代典, 川本康功, 寺脇利信, 岡田光正. 石材を配置した新設護岸での藻場形成と魚介類の蝸集効果. 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 2014 ; 70 : 44-51.
- 中泉昌光, 川合信也, 三浦浩, 佐々木政博, 野呂隆行. 自然調和型漁港における水産動植物の生息環境の創造に関する長期モニタリングとその評価. 海洋開発論文集 2004 ; 20 : 1037-1042.
- 錦織和紀郎, 伊藤靖, 堺孝司, 柴田早苗, 廣瀬紀一. 海岸構造物の建設によるCO₂ 排出と供用後の藻場形成に伴う CO₂ 固定に基づく環境負荷低減効果の評価. 水産工学 2012 ; 49 : 113-123.
- 丹羽真, 真野泰人, 吉村直孝, 吉村聡. 自然調和型漁港施設における藻場造成—長崎県有喜漁港の事例—. 海洋開発論文集 2007 ; 23 : 399-403.
- 斎藤譲. 防波堤直立面の植生から見た各種海藻の好適な生育場所. 藻類 1980 ;

28 : 171-176.

Saito, Y., Atobe S. Phytosociological Study of the Intertidal Marine Algae III. Effect of wave action on algal zonation, Bull. Fac. Fish, Hokkaido Univ.1970; 24: 133-138.

Saito, Y., Taniguchi, K., Atobe, S., Naganawa, S. Phytosociological study of the intertidal marine algae II. The algal communities on the vertical substratum faces on several directions. Jap. J. Ecol.1971; 20: 230-232.

Saito, Y., Sasaki, H., Watanabe, K. Succession of algal communities on the vertical substratum faces of breakwaters in Japan. Phycologia1976; 15: 93-100.

斎藤譲, 長縄三郎, 宮坂広司. 潮間帯の海藻植生における極相とその査定. 日生態会誌 1977 ; 27 : 33-43.

佐藤朱美, 足立久美子, 大澤義之, 岡元節雄. 藻場造成機能を付加した沿岸構造物の藻場創出効果について. 海洋開発論文集 2004 ; 20 : 1007-1011.

佐藤仁, 山本潤, 黄金崎清人, 鳴海日出人, 清野克徳, 山下俊彦. 背後小段部を有する防波堤構造物における藻場回復手法の検討. 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 2011 ; 67 : I_1106-I_1110.

小路淳. 内海域ガラモ場の仔稚魚育成場としての生物学的機能の定量的評価法の開発, 藻場資源評価及び管理手法の確立. 平成 20 年度藻場資源調査等推進事業成果報告書. 水産総合研究センター, 2009 ; 29-38.

庄司泰雅, 長谷川健一. 千葉県沿岸海域におけるアマモの分布. 千葉県水産研究センター研究報告 2004 ; 3 : 77-84.

Steneck, RS., and Johnson, CR. Kelp forests: dynamic patterns, processes and feedbacks.

in *Marine Community Ecology*, eds M. D. Bertness, B. Silliman, and J. Stachowicz
(Sunderland, MA: Sinauer) 2013; 315–336.

Stephenson, TA, Stephenson, A. *Life between Tidemarks on Rocky Shores*. Pp. xiv + 426.
1972.

水産庁. 第3版 磯焼け対策ガイドライン. 2021.

水産庁. 漁港一覧.

https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zyoho_bako/gyoko_itiran/sub81.htm
1, 2020.

水産庁 漁港漁場整備部. 漁港計画の参考図書令和3年度. 2021.

高橋由浩, 綿貫啓, 山本秀一, 新井省吾. 神奈川県白石北防波堤における海藻
着生状況. 海藻魚礁ニュース 1988 ; 10 : 5-13.

竹田義則, 坪田幸雄, 永田晋一郎, 袖野宏樹. 自然環境調和型構造物における
藻場の流速とウニの食害に関する研究. 海岸工学論文集 1999 ; 46 : 1221-
1225.

谷口森俊. 極東の海藻植生学的研究. 井上書店, 東京. 1987.

谷野賢二, 桑原伸司. 海域構造物に付加された人工藻場の評価と予測, 海洋開
発論文集, 2003 ; 19 : 19-24.

寺脇利信, 新井章吾. 新潟県粟島東海岸の離岸堤, 藻類 2007 ; 55 : 108-110.

徳田廣, 川嶋昭二, 大野正夫, 小河久朗. 図鑑 海藻の生態と藻礁. 緑書房,
東京. 1991.

山下俊彦, 猿渡亜由未, 渡辺航希, 佐藤旬, 佐藤仁. 北海道南西日本海沿岸の

磯焼け対策としてのコンブのロープ養殖に関する研究, 土木学会論文集 B2
(海岸工学) 2013 ; 69 : I_1236-I_1240.

Yang, MY., Fujita, D., Kim MS. Phylogeography of *Gloiopeltis furcata* sensu lato
(Gigartinales, Rhodophyta) provides the evidence of glacial refugia in Korea and
Japan. *Algae*2011; 36: 13-24.

吉田正人, 河内直子, 仲岡雅裕. 市民参加型モニタリングとリモートセンシン
グとの統合的利用による海草藻場の空間動態の解析, 保全生態学研究
2007 ; 12 : 10-19.

吉村直孝, 中西敬, 中泉昌光, 長野章, 安田淳, 渡部弘之. 大規模潜堤におけ
る海藻群落の遷移過程と評価. 海洋開発論文集 2003 ; 19 : 7-12.

Yotsukura, N., Maeda, T., Kawai, T. New record of the distribution of *Saccharina*
japonica (Laminariales, Phaeophyceae) in Hokkaido, Japan. *Algal Resources*2019;
12: 67-72.

葭矢護. サザエ増殖のための資源・漁場管理方法の開発. 京都海洋センター研
論 1990 ; 2 : 1-43.

図表リスト

- 図 1-1 代表的な船揚げ場の斜路の断面図
- 図 1-2 漁港斜路の利用と機能
- 図 2-1 海域区分
- 図 2-2 漁港斜路に出現する主な海草・緑藻
- 図 2-3 漁港斜路に出現する主な紅藻
- 図 2-4 漁港斜路に出現する主な褐藻
- 図 2-5 漁港斜路に出現する主な植食動物
- 図 2-6 北部太平洋沿岸の主な海藻植生
- 図 2-7 日本海沿岸の主な海藻植生
- 図 2-8 瀬戸内海沿岸の主な海藻植生
- 図 2-9 中部太平洋沿岸の主な海藻植生
- 図 2-10 西部太平洋沿岸等の主な海藻植生
- 図 2-11 漁港斜路における海藻の帯状分布
- 図 3-1 斜路の植生に影響を与える構造と要因
- 図 3-2 同一漁港の異なる場所の斜路の海藻植生の違い
- 図 3-3 同一漁港内隣接斜路における海藻植生の違い
- 図 4-1 滑り材の規格
- 図 4-2 Google Earth 画像による滑り材の見え方（千葉県坂田漁港）
- 図 4-3 千葉県守谷漁港斜路の Google Earth 画像を用いた経年変化
- 図 4-4 千葉県川名漁港斜路の Google Earth 画像を用いた経年変化

- 図 4-5 千葉県南無谷漁港におけるフノリ類とアオサ・アオノリ類の帯状分布
- 図 4-6 北海道珊内漁港における斜路縁辺部のウニによる磯焼け
- 図 4-7 画像解析結果（千葉県川名漁港の北部斜路の経年変化）
- 図 5-1 千葉県各地漁港の斜路で見られる植生の一部
- 図 5-2 ウニによる磯焼け地域における磯焼けが無い漁港とある漁港の Google Earth 画像
- 図 5-3 東京湾におけるウニ焼け漁港
- 図 5-4 南無谷漁港（緑藻，フノリ類，ホンダワラ類の帯状分布）
- 図 5-5 南無谷漁港（Google Earth 画像による季節変化，経年変化，帯状分布）
- 図 5-6 天津漁港（緑藻，フノリ類，ホンダワラ類の帯状分布）
- 図 5-7 天津漁港 西側斜路（Google Earth 画像による季節変化，経年変化，帯状分布）
- 図 5-8 天津漁港 東側斜路（Google Earth 画像による季節変化，経年変化，帯状分布）

表 2-1 漁港斜路に出現する主な海草・海藻

表 4-1 Google Earth 画像における画像確認県

表 4-2 Google Earth 画像における鮮明画像と繁茂期画像の割合

表 4-3 北海道日高地方沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

表 4-4 兵庫県日本海側沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

表 4-5 千葉県沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

表 4-6 鹿児島県本土沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

表 5-1 データベースの作成項目

表 5-2 千葉県漁港斜路とりまとめ結果

表 2-1 漁港斜路に出現する主な海草・海藻

海草	<p><u>維管束植物門モクレン植物綱</u></p> <p><u>オモダカ目</u>：スガモ <i>Phyllospadix iwatensis</i>, エビアマモ <i>P. japonica</i>, アマモ <i>Zostera marina</i> (砂が堆積している場合)</p>
緑藻	<p><u>緑色植物門アオサ藻綱</u></p> <p><u>アオサ目</u>：アオサ・アオノリ類 <i>Ulva spp.</i> (ボタンアオサ <i>U. conglobata</i>, ボウアオノリ <i>U. intestinalis</i>, ウスバアオノリ <i>U. linza</i>, ミナミアオサ <i>U. onoi</i>, アナアオサ <i>U. pertusa</i> など)</p> <p><u>ヒビミドロ目</u>：ヒトエグサ <i>Monostroma nitidum</i></p> <p><u>シオグサ目</u>：シオグサ類 <i>Cladophora spp.</i> (ツヤナシシオグサ <i>C. opaca</i> など), タマジユズモ <i>Chaetomorpha moniligera</i>, カイゴロモ <i>Pseudocladophora conchophelia</i> (スガイ殻上に着生)</p> <p><u>ハネモ目</u>：ハネモ <i>Bryopsis plumosa</i>, ミル <i>Codium fragile</i></p>
紅藻	<p><u>紅色植物門ウシケノリ藻綱</u></p> <p><u>ウシケノリ目</u>：アマノリ類 (ウシケノリ <i>Bangia fucopurpurea</i>, スサビノリ <i>Neopyropia yezoensis</i>, マルバアマノリ <i>Phycocalidia suborbiculata</i>, マクレアマノリ <i>Boreophyllum pseudocrassum</i> など)</p> <p><u>紅色植物門真正紅藻綱</u></p> <p><u>ベニマダラ目</u>：ベニマダラ <i>Hildenbrandia rubra</i></p> <p><u>サンゴモ目</u>：サンゴモ類 (ピリヒバ <i>Corallina pilulifera</i>, ウスカワカニノテ <i>Amphiroa beauvoisii</i> ほか)</p> <p><u>ウミゾウメン目</u>：ウミゾウメン <i>Nemalion vermiculare</i></p> <p><u>ダルス目</u>：ダルス <i>Devaleraea cf. mollis</i></p> <p><u>テングサ目</u>：ヒメテングサ <i>Gelidiophycus freshwateri</i>, マクサ <i>Gelidium elegans</i>, オバクサ <i>Pterocladella tenuis</i> など</p> <p><u>オゴノリ目</u>：オゴノリ <i>Agarophyton vermiculophyllum</i> ほか,</p>

	<p><u>イソノハナ目</u>：ムカデノリ <i>Grateloupia asiatica</i>, カタノリ <i>G. divaricata</i>, ツルツル <i>G. turuturu</i>, キョウノヒモ <i>Polyopes lancifolius</i>, コメノリ <i>P. prolifer</i>, マツノリ <i>P. affinis</i></p> <p><u>スギノリ目</u>：アカバ <i>Neodilsea yendoana</i>, イソダンツウ <i>Caulacanthus okamurae</i>, カイノリ <i>Gigartina intermedius</i></p> <p>イバラノリ類 <i>Hypnea</i> spp., ツノマタ類 (オオバツノマタ <i>Chondrus giganteus</i>, マルバツノマタ <i>C. nipponica</i>, ツノマタ <i>C. ocellatus</i>, イボツノマタ <i>C. verrucosa</i>), フノリ類 (ハナフノリ <i>Gloiopeltis complanata</i>, フクロフノリ <i>G. furcata</i> ほか), アカバギンナンソウ <i>Mazzaella japonica</i>, フシツナギ <i>Lomentarin catenata</i>, オキツノリ <i>Gymnogongrus flabelliformis</i>, イボノリ <i>Mastocarpus pacificus</i></p> <p><u>マサゴシバリ目</u>：ワツナギソウ <i>Champia parvula</i></p> <p><u>イギス目</u>：フジマツモ <i>Neorhodomela aculeata</i>, ユナ <i>Chondria crassicaulis</i>, ベンテンモ <i>Benzaitenia yenoshimensis</i> (ユナ体上)</p> <p>ソゾ類 (ウラソゾ <i>Laurencia nipponica</i>, コブソゾ <i>Chondrophyucus undulatus</i> など), イトグサ類 <i>Polysiphonia</i> spp., ランゲリア <i>Wrangelia tanegana</i></p>
褐藻	<p><u>イシゲ目</u>：イロロ <i>Ishige sinicola</i></p> <p><u>シオミドロ目</u>：シオミドロ類 <i>Ectocarpa</i> spp., シワノカワ <i>Petrospongium rugosum</i>, カヤモノリ類 (<i>Scytosiphon lomentaria</i> ほか), フクロノリ類 (ウスカワフクロノリ <i>Colpomenia perigrina</i>, フクロノリ <i>C. sinuosa</i>), ハバノリ類 <i>Petalonia</i> spp.</p> <p><u>イソガワラ目</u>：マツモ <i>Analipus japonicus</i></p> <p><u>アミジグサ目</u>：アミジグサ類 (アミジグサ <i>Dictyota dichotoma</i> ほか), フクリンアミジ <i>Rugulopteryx okamurae</i>, ウミウチワ類 (ウミウチワ <i>Padina arborescens</i> ほか), エゾヤハズ <i>Dictyopteris divaricata</i>, コモングサ <i>D. pacifica</i>, ヘラヤハズ <i>D. divaricata</i>, シワヤハズ <i>D. undulata</i></p> <p><u>コンブ目</u>：スジメ <i>Costaria costata</i>, ミツイシコンブ <i>Saccharina angustata</i>, トロロコンブ <i>S. gyrate</i>, マコンブ <i>S. japonica</i> (ホソメコンブ <i>var. religiosa</i>, リシリコンブ <i>var. ochotensis</i>, オニコンブ <i>var. diabolica</i>), アラメ <i>Eisenia bicyclis</i>, チガイソ <i>Alaria esculenta</i>, ワカメ <i>Undaria pinnatifida</i></p>

	<p>ヒバマタ目：ヒバマタ <i>Fucus evanescens</i>, ヒジキ <i>Sargassum fusiforme</i>, イソモク, <i>S. hemiphyllum</i>, アカモク <i>S. horneri</i>, トゲモク <i>S. micracanthum</i>, ミヤベモク <i>S. miyabei</i>, ヤツマタモク <i>S. patens</i>, マメタワラ <i>S. piluliferum</i>, オオバモク <i>S. ringgoldianum</i>, ウミトラノオ <i>S. thunbergii</i>, スギモク <i>Coccophora langsdorphii</i> (日本海特産), ウガノモク <i>Stephanocystis hakodatensis</i></p>
<p>太字：広域分布種, 青字：冷温帯性種</p>	

表 4-3 北海道日高地方沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

漁港番号	漁港名	読み	種別	所在地(市町村名)	分区	141005	141007	141015	160930	180911	180915	181020	200710	〇の個数	繁茂期(3-5月)	全画像数	2020年6月	植生	その他特徴
1	1116010 富浜	トハマ	1	沙流郡日高町			○		○	○			○	4	0	7	○	アオサ・アオノリ、イボノリ、フノリ、ヒバマタ	小型巻貝、鉄板による被覆
2	1116020 門別	モンベツ	1	沙流郡日高町			○		○	○			○	4	0	7	○	アオサ・アオノリ、ヒバマタ、イボノリ、フノリ、ガラモ、コンブ	
3	1116030 厚賀	アツガ	1	沙流郡日高町			○							1	0	6	○	アオサ・アオノリ、ガラモ、コンブ	カキ
4	1116040 節婦	セツブ	1	新冠郡新冠町			○							1	0	6	○	スジメ、アカバ、ヒバマタ、シオグサ、フノリ、カヤモノリ	小型巻貝
5	1116050 静内	シズナイ	1	日高郡新ひだか町			○							1	0	6	○	ヒバマタ、アオサ・アオノリ、フノリ、コンブ	
6	1116060 東静内	ヒガシシズナイ	1	日高郡新ひだか町			○	○						2	0	6	○	フノリ、ガラモ、コンブ、スジメ	カキ
7	1116070 春立	ハルタチ	1	日高郡新ひだか町			○	○						2	0	6	○	アオサ・アオノリ、フノリ、コンブ	
19	1136010 三石	ミツイシ	3	日高郡新ひだか町		○								1	0	5	○	アオサ・アオノリ、フノリ、コンブ	
8	1116080 鹿舞	ケルマイ	1	日高郡新ひだか町		○								1	0	4	○	アオサ・アオノリ、ガラモ、コンブ	
9	1116090 荻伏	オギフシ	1	浦河郡浦河町		○						○		2	0	5	○	アオサ・アオノリ、ガラモ、コンブ	
10	1116100 東栄	トウエイ	1	浦河郡浦河町		○						○		2	0	5	○	アオサ・アオノリ、ガラモ、コンブ、カヤモノリ	
11	1116110 鞠苫	ウツマ	1	様似郡様似町		○						○		2	0	6	○	ヒバマタ、アオサ・アオノリ、フノリ、コンブ、ウミトラノオ	
20	1136020 様似	サマニ	3	様似郡様似町		○						○		2	0	7	○	フノリ、ヒバマタ、ガラモ	
12	1116120 冬島	フユシマ	1	様似郡様似町		○						○		2	0	6	○	海草スガモ	
13	1116125 旭	アサヒ	1	様似郡様似町		○					○	○		3	0	6	○	海草スガモ、ガラモ、スジメ	
14	1116130 笛舞	1	幌泉郡えりも町		○						○			2	0	6	○	アオサ・アオノリ、海草スガモ、アカバ、コンブ	
15	1116135 歌別	ウタベツ	1	幌泉郡えりも町		○					○			2	0	7	○	アオサ・アオノリ、海草スガモ、ガラモ、スジメ	
16	1116137 東洋	トウヨウ	1	幌泉郡えりも町		○					○			2	0	7	○	ヒバマタ、海草スガモ、ガラモ	
17	1116140 えりも岬	エリモサキ	1	幌泉郡えりも町		○					○			2	0	7	○	ガラモ	
21	1146010 庶野	シヤ	4	幌泉郡えりも町		○					○			2	0	5	○		
18	1116150 目黒	メグロ	1	幌泉郡えりも町		○					○			2	0	6			
														42	0	126			
														33%	0%	100%			

表 4.4 兵庫県日本海側沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

漁番	港号	漁港名	読み	種別	所在地 (市町村名)	分区	GE画像					○の個数	繁茂期 (3-5月)	全画像数	現地調査		その他特徴
							141121	170522	170529	180522	200624				2020年6月	植生	
1	3210110	田結	タイ	1	豊岡市		○		○	○		3	2	7			
2	3210120	田久日	タイ	1	豊岡市				○	○		2	2	7			
3	3210130	宇日	ウイ	1	豊岡市		○	○	○	○	○	5	3	9			
4	3210140	切浜	キハマ	1	豊岡市		○	○	○	○	○	5	3	9			
5	3210150	須井	スイ	1	豊岡市		○	○	○	○	○	5	3	9			
6	3210160	相谷	アイタニ	1	美方郡香美町		○	○		○	○	4	2	8			
7	3230020	香住	カシミ	3	美方郡香美町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	
8	3210170	鑑	カシ	1	美方郡香美町		○	○		○		3	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	
9	3210180	余部	アマルベ	1	美方郡香美町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場、紅藻	帯状分布
10	3210190	御崎	ミサキ	1	美方郡香美町		○	○		○	○	4	2	10			
11	3210200	三尾	ミオ	1	美方郡新温泉町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	帯状分布
12	3230030	浜坂	ハマカ	3	美方郡新温泉町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	ウニ焼け、帯状分布
13	3220070	諸寄	モロセ	2	美方郡新温泉町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	
14	3210210	釜屋	カマヤ	1	美方郡新温泉町		○	○		○	○	4	2	10	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	ウニ焼け、帯状分布
15	3210215	居組	イグミ	1	美方郡新温泉町		○	○		○	○	4	2	9	○	アオサ・アオノリ類、ガラモ場	帯状分布
												59	33	138			
												43%	24%	100%			

表 4-5 神奈川県沿岸の漁港における Google Earth 画像及び現地調査結果

漁港番号	漁港名	読み	種別	所在地 (市町村名)	分区	Google Earth 画像																〇の個数	繁茂期(3-5月)	全画像数	現地調査			植生	備考																												
						061201	100501	111231	120327	120816	140316	140407	151129	160331	160501	170207	170423	180111	180112	180426	180428				180517	190320	201029			201104	2019年12月	2020年1月	2020年2月																								
1	2110020	柴	シバ	1	横浜市		○				○	○			○			○		○	○			8	3	23			○																												
2	2110030	金沢	カナザワ	1	横浜市		○	○			○	○			○			○		○					8	4	25			○																											
3	2110040	北下浦	キタシタウラ	1	横須賀市							○			○										3	1	16			○	○			アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
4	2110070	金田	カナタ	1	三浦市							○			○										3	1	12	○		○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
5	2120040	間口	マクチ	2	三浦市	2						○			○										3	1	11	○		○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
6	2110073	毘沙門	ヒシャモン	1	三浦市							○			○										3	1	12	○		○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
7	2130010	三崎	ミサキ	特3	三浦市							○			○										3	1	14	○		○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類、テングサ	ウニ焼け、カキ、アイゴ																						
8	2110077	初声	ハツセ	1	三浦市							○			○										3	1	13							斜路なし																							
9	2120020	長井	ナガイ	2	横須賀市	2						○			○										4	2	20	○		○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
10	2120030	佐島	サジマ	2	横須賀市							○			○										5	3	22	○						アマノリ類																							
11	2110050	秋谷	アキヤ	1	横須賀市							○			○										5	3	21	○																													
12	2110080	久留和	クルワ	1	横須賀市							○			○										5	3	21	○						アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
13	2110080	真名瀬	シンナセ	1	三浦郡葉山町							○			○										5	3	25	○			○			アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
14	2110090	小坪	コツボ	1	逗子市		○					○			○										6	3	24	○						アマノリ類、アオサ・アオノリ類																							
15	2110100	腰越	コシユエ	1	鎌倉市		○				○	○			○										9	3	29	○																													
16	2110110	片瀬	カタセ	1	藤沢市		○				○	○			○										9	3	24	○																													
17	2110120	茅ヶ崎	チガサキ	1	茅ヶ崎市							○			○				○	○					6	4	18	○						アマノリ類																							
18	2120050	平塚	ヒラツカ	2	平塚市							○			○				○	○					5	4	15	○																													
19	2110125	二宮	ニミヤ	1	中郡二宮町							○			○										○	6	4	16																													
20	2130020	小田原	オダワラ	3	小田原市							○			○										○	4	2	10			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類	ウニ焼け																					
21	2110130	石橋	イシハシ	1	小田原市							○			○										○	4	2	11			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類	磯																					
22	2110140	米神	コメミ	1	小田原市							○			○										○	4	2	10			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類、ハバノリ(磯)	磯																					
23	2110150	江之浦	エノウラ	1	小田原市							○			○										○	4	2	11			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																						
24	2110160	岩	イワ	1	足柄下郡真鶴町							○			○										○	4	2	11			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類	ウニ焼け																					
25	2110165	福浦	フクウラ	1	足柄下郡湯河原町	2						○			○										○	5	2	13			○				アマノリ類、アオサ・アオノリ類																						
																						124	60	427																																	
																						29%	14%	100%																																	

