直立壁を有する構造物でのブルーインフラの推進と里海づくりについて

徳島大学環境防災研究センター
上月　康則

1.　はじめに

港湾整備や開発事業に伴い，藻場干潟といった多くの浅場が埋め立てられ，その壁面の多くは直立のコンクリートや鋼板で覆われている．これらの直立壁は生物の生息場には適していないために沿岸域の生物多様性の低下を招き，里海づくりの課題となっている．本報では港湾や運河にある直立の壁面を「直立壁」と称し，その課題解決に向けた政策，手法・技術の動向を整理し，今後の展望を述べる．なお，手法・技術については，構造を変えずに現在の直立壁を活用する方法を主に紹介する．

2.　「直立壁」の環境配慮に関する政策

「直立壁」に関する政策を表-1 に示す．わが国では 1990 年代以降，社会資本整備において従来の治水，防災や社会経済活動に加え，環境への配慮が求められるようになった．港湾分野では 1994 年に「エコポート」構想が提唱され，自然と共生する港湾という新たな概念が注目を集めた．2000 年代に入ると，単なる環境保全からより積極的な「再生」や「創出」へと方針を発展させ，2007 年には防波堤に環境保全機能を付加する技術基準が整備され，港湾施設の多機能化が進められた．同年，政府の「21 世紀の環境立国戦略」において里海の創出の必要性が明記された．2015 年以降は，自然環境の多様な機能を活用する「グリーンインフラ」や「ブルーインフラ」の概念が社会資本整備の方針として具体化され，2022 年にはブルーカーボン生態系の形成を目的としたブルーインフラの全国展開が推進された．さらに 2023 年には「グリーンインフラ推進戦略 2023」が策定され，自然と共生する社会の実現に向けた取り組みが強化された．

このように，港湾や運河における「直立壁」の環境配慮のための政策は段階的に進化し，特に近年はブルーインフラの導入が重視されている．今後はこれらの政策を内部目的にして，技術開発や実装の拡大を目指すことが求められている．

表-1　直立壁を有する海岸構造物のブルーインフラに関する法制度

	年	政策	内容
1	1990	多自然型川づくり	従来にない環境配慮型の川づくりを目指すこと
2	1994	環境と共生する港湾（エコポート）	自然に溶け込み生物にやさしい港，積極的に良好な自然環境を創造する港づくりを目指すこと
3	2007	港湾の施設の技術上の基準を定める省令	防波堤に港湾の環境を保全の機能を付加する設計が可能となった
4	2015	国土形成計画，第4次社会資本整備重点計画	自然環境が有する多様な機能をインフラ整備に活用する「グリーンインフラ」を推進すること

5	2015	瀬戸内海環境保全基本計画	新たな護岸等の整備や既存の護岸等の補修・更新時には環境配慮の検討に努めること
6	2022	ブルーインフラの拡大	ブルーカーボン生態系の形成の基盤となる藻場・干潟等及び生物共生型港湾構造物等の含むブルーインフラを全国の海へ拡大することを目指すこと
7	2023	グリーンインフラ推進戦略2023	「自然と共生する社会」を実現するためにグリーンインフラを実装していくことが必要であること

3. 「直立壁」への環境配慮の事例

“生態系は本来自己設計能力を有しているので，人はそれが発揮できるように支援するだけ[1)]”という生態系工学の考え方に基づき直立壁でのブルーインフラを考えると，その基本構造は直立壁断面に浅場を設け，多様な生物の生息環境の基盤を設置すること[2)]となる（図-1）．また，生物共生型港湾構造物の整備・維持管理に関するガイドライン[3)]では，構造物を 3 つのタイプに分類し，費用，設計，維持管理の観点から生物の生息を促進する工夫が整理されている．近年では，防波堤背後の盛土を活用した藻場の造成やブルーカーボンの効果計測[4)]などが行われている。

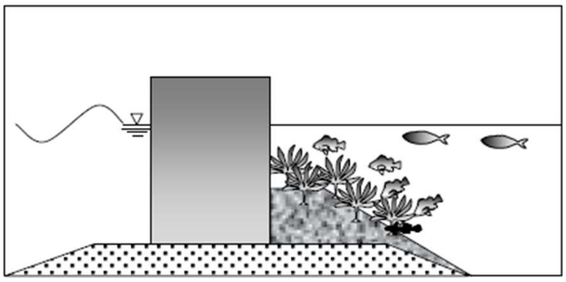

図-1 「直立壁」でのブルーインフラのイメージ[2)]

港内や運河といった静穏な水域では，小規模なブルーインフラの研究や市民参加型の活動が進められている．例えば，大阪湾湾奥の尼崎港では，塩ビパイプを表層付近に沈めると底層が貧酸素化した際には，そこが生物の避難場所として機能することが確認された（写真-1）．また，より静穏な水域では，網カゴや竹筒など身近な材料を工夫した，生き物の生息環境を創出する試み[5)]も行われている．尼崎運河では，貧酸素化しにくい表層に直径 5cm の塩ビパイプを沈めると，付着藻類～スジエビ属～チチブといった付着藻類を起点とする底生生物による物質循環が新たに形成されることが確認された[6)]（図-2）．さら

写真-1 貧酸素時に表層の塩ビ管（φ30cm）の中に避難するカサゴやガザミ

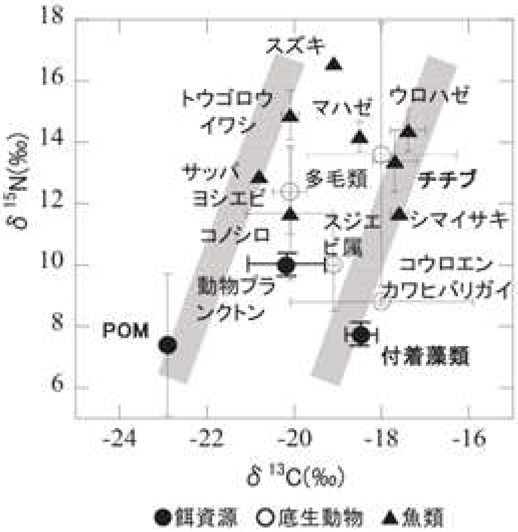

図-2 直立壁周辺の生き物の安定同位体比[6)]

に，ロープを張ったプラスチック製の円筒フレーム（写真-2）を沈めると，ロープにコウロエンカワヒバリガイが付着し，適度な空隙が形成され，小魚の生息場所となることが確認された[7]．藻場の創出も，岸壁や防波堤からワカメの種糸ロープを垂下させる方法[8]で行われている（図-3）．他にも，鋼矢板の水面上部に棚を設け，植栽を施すことで陸域と水域の連続性を確保する技術開発もされており[9]．さらに水面下にある鋼矢板壁面の適切な位置に棚を設置すると運河域におけるブルーインフラ拡大の有望な手法になると考えられる．このように「直立壁」のブルーインフラの取り組みは，小規模であっても効果はわかりやすく，創意工夫を凝らした市民参加型の活動や環境学習にも適している（写真-3）．

4. 「直立壁」を活用した里海づくりの展望

里海づくりやブルーインフラは，SDGs，ネイチャーポジティブ，ブルーカーボン生態系の拡大といった近年の環境政策の方針と一致しており，学術的・社会的な関心は年々高まっている．港湾域では「直立壁」を活用したさまざまな里海づくりが進められ，特に“生き物の住まい”への生物の応答は早く，わかりやすく，体験型環境学習にも適している．ただし，二，三の小規模な取り組みだけでは広範囲に効果を波及させることは難しく，今後はさらに創意工夫を凝らした里海づくりを港湾の様々な場所で展開し，生物生息場としての環境多様性を高めていく必要がある．また単なる環境施策にとどめず，持続可能な社会資本整備や気候変動適応策の一環にし，政策の内部目的として明確に位置づけると，里海づくりは沿岸生態系の保全だけでなく，防災や地域経済の活性化にも貢献できるであろう．

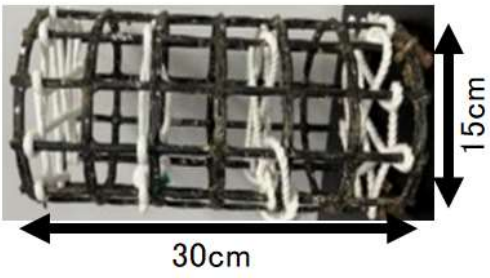

写真-2 ロープを張った円筒フレーム[7]

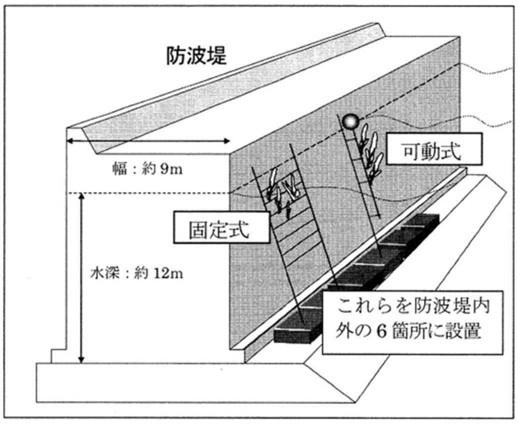

図-3 防波堤の壁面を利用したロープ式ワカメ藻場[8]

写真-3 尼崎港で養殖されたワカメ

参考資料・文献

1）栗原康（1988）河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー，東海大学

2）生態系工学研究会（2013）環境共生機能も向上させる構造物，
https://races.jp/contents_wg3.html

3）国土交通省港湾局（2014）生物共生型港湾構造物の整備・維持管理に関するガイドライン，
https://www.mlit.go.jp/common/001048849.pdf

4）大高ら（2022）防波堤背後盛土の有効性―ブルーインフラ化の推進－，第 66 回北海道開発技術研究発表会論文

5）竹山ら（2017）都市部運河域を利用する魚類を対象とした生物共生護岸に関する実験的検討，土木学会論文集 B3，Vol.73，No.2，pp. 845-850

6）上月ら（2020）チチブの栄養段階に着目した尼崎運河の環境改善方法に関する提案，土木学会論文集 G，Vol.76，No.6，pp.121-127

7）本原ら（2024）尼崎運河直立護岸での二枚貝の付着を活用した新たな魚礁の開発，
土木学会論文集 B3，Vol.79，No.2，pp.847-852

8）中西ら（2006）「ロープ式藻場」による垂直構造物への環境機能付加手法に関する基礎的実験及び考察，海岸工学論文集，Vol.53，pp.1201-1205

9）島谷ら（1996）生態系に配慮した鋼矢板河川工法，RIVER FRONT，Vol.26pp，pp.11-15.

地域と大学が連携した地域づくり
～香川大学佛生山らぼプロジェクトを事例として～

香川大学経済学部　教授
古川　尚幸

1. はじめに

近年、わが国では、少子高齢化や核家族化により、地域における若者と高齢者の日常的な交流の機会が減り、地域のつながりの希薄化や地域コミュニティの担い手不足など、様々な課題が顕在化している。このような地域のつながりの希薄化を背景として、「世代間交流」への関心が高まっている。例えば、吉田ら(2024)は、教育的価値の視点から、「地域社会における世代間交流の促進は、児童・生徒にとって豊かな教育経験を提供し、地域の持続可能な発展に貢献する」とし、地域コミュニティにおける世代間交流の重要性を指摘している。ここで、「世代間交流」の定義については、例えば、山崎ら(2004)の「子ども、青年、中・高年がお互いに自分たちのもっている能力や技術を出し合って、自分自身の向上と自分の周りの人々の社会に役立つような健全な地域づくりを実践する活動で、一人ひとりが活動の主役となることである」とする定義が広く受け入れられており、以下における「世代間交流」もこの定義に基づいている。

本稿では、世代間交流や地域コミュニティの担い手育成を目的とした地域づくりに取り組んでいる香川大学佛生山らぼプロジェクト(以下、佛生山プロジェクトと略)の活動とその成果について述べる。

2. 仏生山地区について

佛生山プロジェクトの活動フィールドである仏生山地区(高松市仏生山町)は、高松市の中心部から南へ約 10km の中部地域に位置している(図1)。

仏生山地区は、高松藩主松平家の菩提寺である法然寺がある門前町としても知られており、『仏生山歴史案内』によると、「江戸時代、歴代藩主が墓参りをする際に大名行列が練り歩いたという全長1.3km のお成り街道を中心に、あの時代特有の建築様式の家屋が今も残って」いる町である。また、最近では、若者に人気の仏生山温泉を中心に、新たにレストランやカフェ、雑貨や古着などを扱う店舗が増えるなど、新たなにぎわいを見せており、古さと新しさが混在する魅力的な地区となっている。

図1　仏生山町の位置

2018 年 9 月には高松市立みんなの病院が市内中心部から移転・開院し、また、2022 年 3 月には高松市仏生山交流センター(ふらっと仏生山)が新たに開設された。これらの施設は、ともにことでん仏生山駅に隣接しており、仏生山駅を中心とする仏生山地区は、高松市の南部の拠点としての役割を期待されている。

3. プロジェクトの概要

佛生山プロジェクトは、経済学部古川研究室の学生たちが主体となり、仏生山地区コミュニティ協議会の

協力のもと、仏生山地区のにぎわいづくりや、世代間交流に向けた取り組みの一翼を担うことを目的として、2020 年 10 月に設立した。現在、佛生山プロジェクトに在籍する学生は 22 名（2024 年 12 月 1 日現在）であり、それぞれ経済、法学、教育、創造工学部に所属している。佛生山プロジェクトは、正課外活動として位置付けているため、所属する学部や学年は様々であり、参加する学生たちは、このプロジェクト活動を通じて単位を得ることはない。佛生山プロジェクトは、単なるボランティア活動ではなく、自己研鑽として活動したいと希望する学生たち有志の活動となっている。

4. プロジェクトの活動

佛生山プロジェクトでは、仏生山地区の小学生を対象とした「仏生山こどもらぼ」を開催してきた。その目的は、大学生が触媒となって、仏生山地区のこどもたちと大人たち、こどもたちと大学生、大人たちと大学生の交流の場を創出することにある。この目的を達成するため、これまでに「野菜づくり」や「ベンチづくり」など、仏生山地区のなかで実施してきた。現在は、「ちびっこお祭りクリエイターズ」によるお祭りへの出店や、「仏生山まるごと動物園」の開催を中心に取り組んでいる。

4. 1 ちびっこお祭りクリエイターズ

仏生山地区では、地域のお祭りとして、毎年 8 月には「仏生山門前まつり」が、10 月には「仏生山大名行列」が、それぞれ開催される。特に、仏生山大名行列は市内外から大勢の見物客が訪れるお祭りである。ちびっこお祭りクリエイターズでは、これらのお祭りにおいて、仏生山こどもらぼに参加するこどもたちが、自分たちで出店する屋台の内容決めから、当日の接客や販売まで、大学生や地域住民のサポートを受けながら行っている。なお、ここで得られたすべての収益は、イベントでこどもたちが着用するお揃いの T シャツの制作や、次回の出店の経費として使用している（写真1）。

写真1　ちびっこお祭りクリエイターズ

4. 2 仏生山まるごと動物園

仏生山まるごと動物園は、仏生山地区をひとつの動物園として見立て、仏生山地区のこどもたちや大人たち、大学生が一緒に動物オブジェを制作して、地区内の各所に展示するものである。この地区内の各所に展示した動物オブジェを用いて、謎解きやスタンプラリーなどと組み合わせて実施することで、イベント参加者が地区内を周遊する機会を創出している。また、動物オブジェを制作するプロセスでコミュニケーションが生まれ、佛生山プロジェクトが目的としている、世代間交流のキッカケとなっている（写真2）。

写真2　動物オブジェの制作

5. おわりに

佛生山プロジェクトは、新しいプロジェクトであり、試行錯誤しながら、日々の活動に取り組んでいる。その取り組みの中心となっている「ちびっこお祭りクリエイターズ」ならびに「仏生山まるごと動物園」は、それぞれ取り組み開始から 3 年目にして、徐々にではあるが地域住民からも知られるようになった。しかし、佛生山プロジェクトが目標として掲げている「世代間交流」については、仏生山地区のこどもたちと大学生の交流は深まっているが、こどもたちと大人たち、大人たちと大学生の交流は十分に達成したとは言い難い。佛生山プロジェクトが、これから如何に地域の触媒の役割を果たし、世代間交流の場を創出できるのか、残された課題に取り組んでいきたい。

最後に、本稿の執筆の機会を与えていただいた公益社団法人瀬戸内海保全協会に深く感謝するとともに、日ごろから各地域で活動に励むプロジェクトの学生たちを称え、時には温かく、時には厳しく学生を見守っていただいている地域のみなさまに感謝の意を表したい。

6. 参考文献

仏生山コミュニティセンター(2016)『仏生山歴史案内』

古川尚幸(2024)「地域と大学が連携した地域づくり～香川大学佛生山らぼプロジェクトを事例として～」『地域活性学会第 16 回研究大会論文集』296-299 頁

山崎美佐子・角間陽子・草野篤子(2004)「異世代間におけるネットワークの可能性－祖父母と孫の交流関係から－」『信州大学教育学部紀要』112 巻, 99-110 頁

吉田武彦・張明軍・岡部成幸(2024)「地域教育遺産を活かした学習デザインとその意義－三和創造学習の検証を通して－」『福知山公立大学研究紀要』8 巻, 1 号, 155-176 頁

六甲山と神戸の海のつながりを考える

兵庫県立御影高等学校　環境科学部
木村　蒼来　　奥下　ちなみ　　和田　涼花

1. 研究の背景と目的

本校は六甲山の麓の、神戸の海と六甲山に挟まれた場所に位置している。私たち環境科学部は、平成 20 年度から六甲山再度公園のキノコ調査に参加し、山の環境を調べてきた。今回六甲山から流れる石屋川、生田川の水質調査を行うことで、山の環境が海の環境にどのような影響があるかを調べ、山、海という 2 つの視点について考え、環境保全を啓発していくことを目的としている。

図 1　調査地点

2. 仮説

この研究について 2 つの仮説を立てた。まず山の環境については、キノコの腐生菌と菌根菌の割合を調べることで、キノコから六甲山の環境の変化を知ることができるのではないかと考えた。腐生菌とは倒木などから栄養をとって生きているキノコ、菌根菌とは菌糸から養分や水分を吸収し植物と共生しているキノコのことである。次に山と海のつながりについては六甲山からすぐ海に流れる石屋川や生田川は、流域面積が少ないことから、六甲山からの栄養塩の流れ込みを確認できるのではないかと考えた。

3. 方法

仮説について次の方法で調べた。山の環境については、六甲山の再度公園で 3 月から 11 月に行われる定点観察会で採集したキノコについて、兵庫きのこ研究会のデータを活用し、図鑑等を用いて腐生菌と菌根菌に分類して調べた。次に、山の環境が海の環境に与える影響については、石屋川（A 御影公会堂付近）と生田川(B1 新神戸駅、B2 生田川公園)の水質調査をし、晴天時が続く時と雨天後を季節ごとに比較した(図1)。測定日は 2023 年夏（雨 8/16,晴れ 8/11）冬（雨 1/22,晴れ 1/30）、2024 年春（雨 2/23,晴れ 3/9）、梅雨前（雨 5/1,晴れ 5/5）、梅雨（雨 6/30,晴れ 7/8）、測定項目は化学的酸素要求量(COD)、溶存態窒素量(NH_4^+、NO_2^-、NO_3^-)である。※下線部はＡ地点で計測、その他はＡ、B1、B2 地点で計測した。

4. 結果

4. 1 六甲山再度公園のキノコ調査の結果

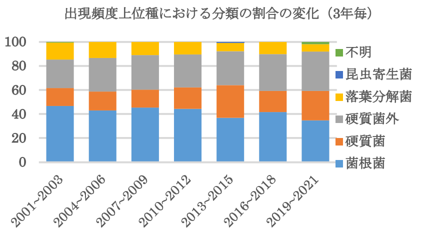

図 2　出現頻度上位種における分類の割合の変化(3 年毎)

図 2 は 2001 年から 2021 年までに六甲山再度公園で採集したキノコのうち、出現頻度上位 100 種における分類の割合を示したグラフである。このグラフから長期的にみると腐生菌と菌根菌の割合は少し変化してきていることが分かった。さらに、20 年間で菌根菌と落葉分解菌の割合が減少し、木材腐朽菌の割合が増加していることがわかった。

4. 2 石屋川・生田川の水質調査の結果

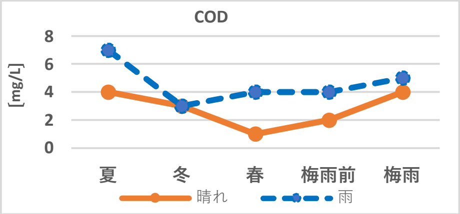

図 3　晴天時と雨天後の COD の比較

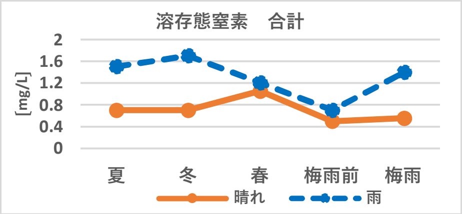

図 4　晴天時と雨天後の溶存態窒素の合計の比較

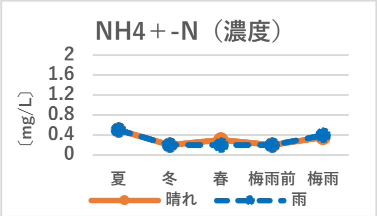

図 5 晴天時と雨天後の NH4+の比較

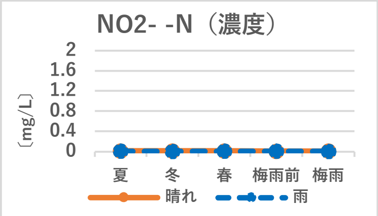

図 6 晴天時と雨天後の NO2-の比較

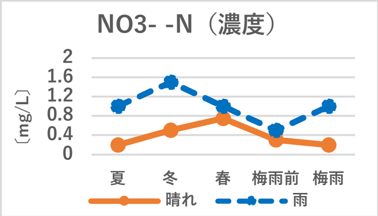

図 7 晴天時と雨天後の NO3-の比較

図 3～7 は石屋川の COD、溶存態窒素の合計、アンモニウムイオン NH_4^+、亜硝酸イオン NO_2^-、硝酸イオン NO_3^-の濃度を晴天時と雨天後に分けて季節ごとに比較したグラフである。晴天時と雨天後を比較すると、春や夏は晴天時より雨天後に COD が大きくなっており、冬はあまり差がなかった。また、溶存態窒素量も晴天時より雨天後に大きくなっていることが分かった。雨天後、溶存態窒素の値は NH_4^+、NO_2^-、はあまり変わらなかったが、NO_3^-は大きくなった。また、夏は冬に比べ NH_4^+の値が大きくなった。

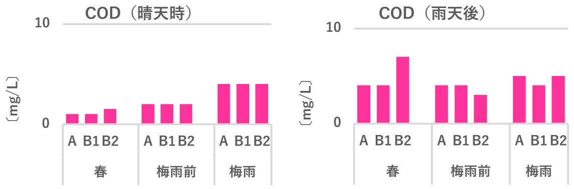

図 8 各地点の COD の比較

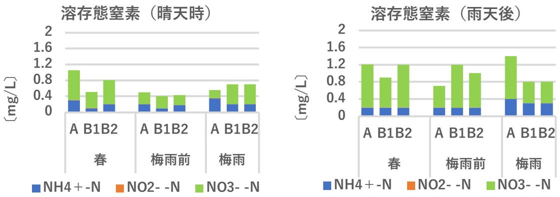

図 9 各地点の溶存態窒素量の比較

再度公園を通って流れてくる生田川でも石屋川とほぼ同様の傾向が見られた(図 8,9)。

5. 考察

5. 1 六甲山再度公園のキノコ調査の結果についての考察

六甲山再度公園のキノコ調査の結果から、六甲山では菌根菌と落葉分解菌の割合が減少し、木材腐朽菌の割合が増加していることがわかった。木材腐朽菌の割合が増加しているということは、木材腐朽菌が生えるような倒木の数が増えているということが窺える。木材腐朽菌の中でも、硬質菌は長く生育しているものが多いのに対し、硬質菌外は生育期間が短いものが多いことから、より現在の環境を表す尺度となり、それが多くなってきていることは、倒木数の増加を意味している。このことから、今後六甲山の環境は少しずつ変化していくと予想される。

5. 2 石屋川・生田川の水質調査の結果についての考察

石屋川の水質調査の結果から、雨天後、CODや溶存態窒素の値が大きくなったことから近くの六甲山から栄養塩が流れ込んでいることが考えられる。溶存態窒素は NH_4^+→NO_2^-→NO_3^-と酸化される。酸化されて安定な NO_3^-の割合が多いことから、山で分解者により十分に分解された栄養塩が生成され、川を通じて海へ流れてきていると考えられる。また、溶存態窒素量が梅雨から夏に大きくなり、冬から春に低くなっていたことから溶存態窒素量が周期的に変化していることが確認できた。さらに、梅雨から夏に NH_4^+が多くなることから、有機物が多くまだ十分酸化されていない分が存在していると考えられる。再度公園付近を通って流れてくる生田川、特に六甲山から出たばかりの新神戸駅下でも同様の結果が得られたことから、六甲山で生成された栄養塩が川を通じて海へ流れてきていることが確認できた。

6. まとめ

私たちは、キノコの多様性が維持されているかを通して六甲山の環境を調べてきた。六甲山のキノコ調査で木材腐朽菌が増加していたことから、六甲山の環境は少しずつ荒れてく可能性があると思われる。また、山で作られた栄養塩は、川を通じて海へ供給され、山と海はつながっている。そのため、豊かな海になるためには、山の豊かな環境を守っていくことが大切であると考える。今後も、私たちは山の環境の視点から海の環境を守っていきたい。