

# 魚礁の間伐材活用について 循環型社会の促進

Utilization of thinned tree in artificial reefs  
-Promotion of Environmentally Sustainable Society -

押谷 美由紀\*・伊藤 靖\*\*・三浦 浩\*\*\*  
Yasushi ITOU and Miyuki OSHITANI

\* (財)漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 研究員

\*\* (財)漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 室長

\*\*\* (財)漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 主任研究員

Artificial reefs with thinned trees contributed to early increase of periphyton including marine borers, and superiority was recognized in fish aggregation compared with artificial reefs that do not install thinned trees. In addition, some useful knowledge are also reported for the utilization and the durability of thinned tree reefs.

Key Words : thinned tree reefs, fish aggregation, increase of periphyton

## 1. はじめに

国が進める循環型社会形成の一環としての木材の利用を積極的に図るため、農林水産省が「農林水産省木材利用拡大行動計画」を策定し、公共事業における間伐材等木材を利用した工事等が積極的に推進されることとなった。くわえて、森林は水源涵養や土砂流出防止、CO2 固定等の公益的機能を有しており<sup>1)</sup>、自然環境保全に果たす役割は大きい。また、これらの機能維持のためには生産林等を中心とした間伐などの適切な森林整備が不可欠である。森林の間伐によって発生する木材を再利用することは、循環型社会の形成を推進する観点<sup>2)</sup>からも重要であると考えられる。

このような背景を受け、人工魚礁へ間伐材を活用し、間伐材の利用促進を図ることが提案された。本報告では、魚礁に間伐材を活用するにあたり実施した現地調査およびアンケート調査結果から、魚礁全般に対する間伐材の活用方法、間伐材の耐久性、魚類の蟄集、餌料生産性について検討したので報告する。

## 2. 調査の概要

調査は、平成 13 年度より 5 カ年の計画で試験礁の開発からモニタリング調査の実施、その効果検討に至るまでを執り行った。石川県、島根県の 2 県がモデル事業として試験礁設置を行っており、山口県においても(財)漁港漁場漁村技術研究所と共同で事業を開始し、これら 3 県及び(財)漁港漁場漁村技術研究所の共同調査として実施した。調査内容は以下の通りである。

### 2.1 主な調査の内容

#### (1) 調査場所

平成 14 年 11 月に設置した間伐材を付加した試験魚礁、コンクリート擬木を付加した試験魚礁、対象魚礁等、タイプの異なる試験魚礁 5 種に対し、追跡調査を実施した。設置箇所は図-1 の通りである。

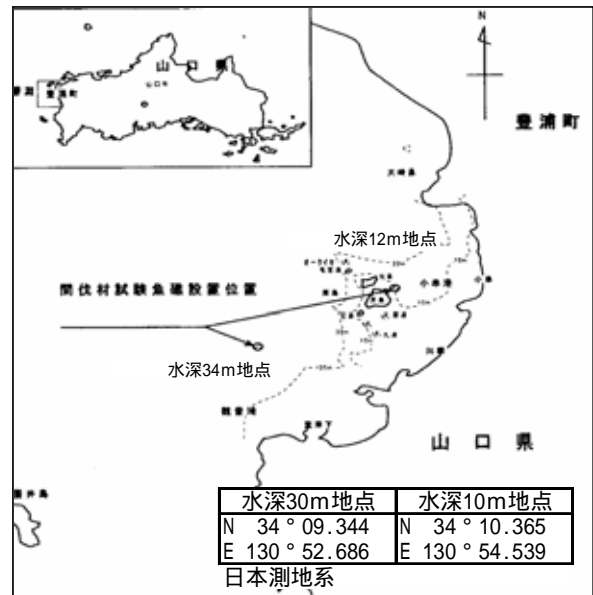


図-1 調査地点（山口県下関市豊浦小串地先 水深34m地点および水深12m地点）

#### (2) 調査項目

潜水による礁設置状況調査の把握・生物生息分布状況

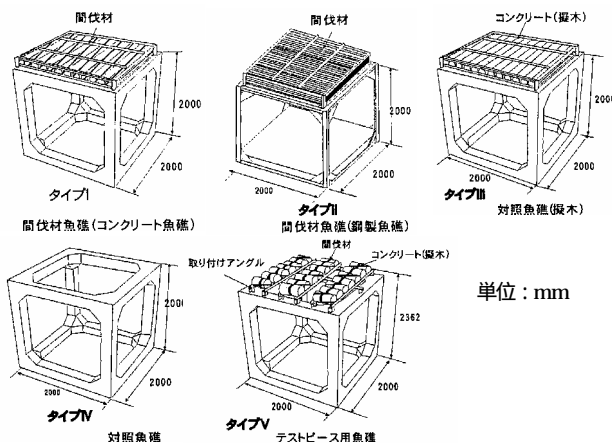
(礁への魚類集積状況投)・テストピースの回収による間伐材の付着生物量の把握等を中心に調査を行なった。

### (3) 調査時期

平成 15 年から 16 年にかけて、年間 2 回から 3 回の潜水調査およびテストピースの取り上げを行い、沈設した試験礁の経過を確認した。

### (4) 調査対象魚礁・配置 (試験礁)

調査対象である試験礁の配置礁の構造を図-2 に示す。



| 水深帯 | 魚礁タイプ             | 基数 |
|-----|-------------------|----|
| 30m | 間伐材魚礁 (コンクリート魚礁)  | 4  |
|     | 間伐材魚礁 (鋼製魚礁)      | 4  |
|     | 対照魚礁 (コンクリート擬木付加) | 4  |
|     | 対照魚礁              | 4  |
| 10m | テストピース用魚礁         | 1  |
|     | 間伐材魚礁 (コンクリート魚礁)  | 1  |
|     | 間伐材魚礁 (鋼製魚礁)      | 1  |

図-2 設置魚礁の構造

### (5) アンケート調査

全国都道府県および魚礁メーカーに対し、間伐材魚礁の実績に関するアンケート調査を行なった。この結果、1 府 18 県の海域に設置された間伐材魚礁について 62 件の回答を得た。

## 3. 調査結果及び考察

### 3.1 間伐材の活用方法

アンケート調査によって魚礁に利用されている木材の状況について整理した。

#### (1) 活用方法

間伐材の魚礁への活用方法は、木材を構造部材として用いる方法とコンクリート魚礁や鋼製魚礁の機能部材として用いる方法に大別される。

構造部材として用いる方法では、コンクリートの台

座の上に木材を井桁に組む方法が大半を占めた。また、機能部材として用いる方法では、構造部材は鋼製魚礁とコンクリート魚礁が半々であった。

#### (2) 魚礁の大きさ

魚礁 1 基あたりの大きさについてみると、10m<sup>3</sup> 以下のものが最も多く、57 件中 21 件を占め、このうち 18 件は木材を構造部材として使用した魚礁であった。

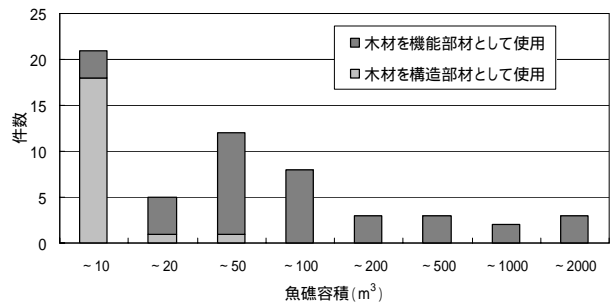


図-3 間伐材活用魚礁の大きさ

#### (3) 間伐材の種類

活用された間伐材はスギ 38 件、ヒノキ 14 件、スギ及びヒノキ 5 件、その他 1 件であり、わが国における人工林の主要な樹種が使用されていた。

#### (4) 形状

間伐材の径は 8 ~ 22 cm の範囲にあり、特に 10 ~ 20 cm のものが多く使用されている。

長さは 0.3 ~ 12m と幅があるが、1 ~ 2m での使用が多い。12m のものは原木のまま使用された希少な例で、丸太では長いもので 4 m であった。ちなみに間伐材は 3 ~ 4 m の長さで流通するのが一般的である。

#### (5) 取り付け方法

間伐材の取り付け方法としては、挿し筋で井桁に組む方法が最も多かった。井桁組み魚礁は間伐材が魚礁の構造部材として使用されているため、間伐材が腐朽・崩壊した後は魚礁機能が殆ど失われる。

海中に放置した木材は木口からフナクイムシの食害を受けることが確認されており、材端部のみを魚礁本体に固定する方法では、間伐材が早い時期に脱落しやすい。ただし、材端部のみでの固定であっても、木口が隠れる埋め込み方式では、木口からのフナクイムシの侵入を防ぐことができるため、大分県佐賀関の事例にみられるように、木口が露出する固定方法に比べて魚礁上に長く留めることができる。

なお、山口県豊浦のユニット方式による取り付け例では、木口を露出した材端部のみでの固定であるにもかかわらず

らず、設置後 35 ヶ月でも木材が残存しており、大分県の埋め込み方式よりも長い期間、魚礁上に木材が残存している。このことは、海域条件が木材の食害速度に深く関係していることを示唆している。

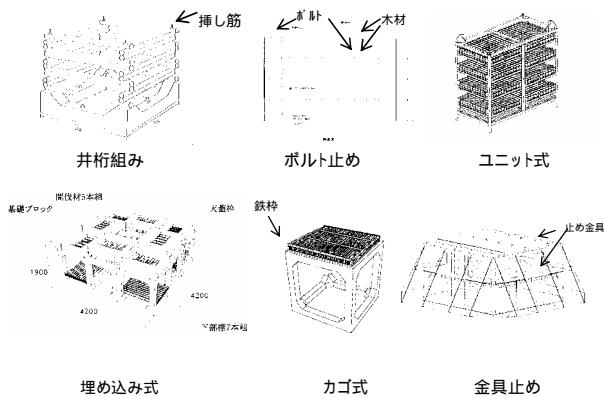


図-4 間伐材の取り付け例

### 3.2 間伐材の耐久性

#### (1) 海中用材食害虫

海中に置いた木材は海中用材食害虫（以下海虫類と略す）の食害を受け、崩壊に至る。海虫類にはフナクイムシなど軟体動物に属するものとキクイムシなどの甲殻類に二分される。フナクイムシはキクイムシに比べて体が大きく、食害が激しい。

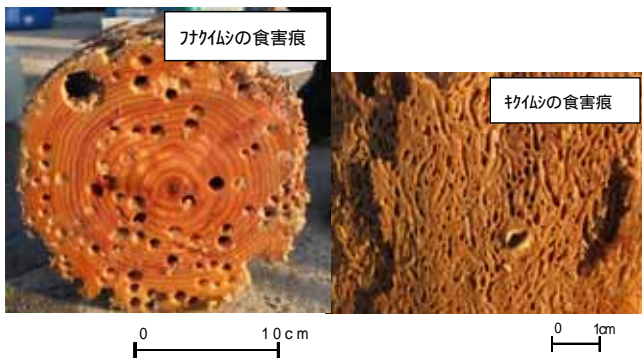


図-5 海中用材食害虫の食害痕

日本産のフナクイムシ類は、フナクイムシ科が 23 種、キクイガイ科が 1 種、ニオガイ科が 12 種知られている<sup>3)</sup>。中でもフナクイムシ科及びニオガイ科の何種かは海中用材への食害が著しい。

日本産のキクイムシ類は、キクイムシ科、コツブムシ科、キクイモドキ科が知られている。このうち木材の食害が顕著な種として、キクイムシ科のキクイムシ、コツブムシ科のヨツバコツブムシ、キクイモドキ科のヤマトキクイモドキがいる。

#### (2) 食害の制限因子

#### 水深

フナクイムシの生息水深について詳細は明らかではないが、水深 10m 以浅に多いという報告がある<sup>3)</sup>。山口県海域に設置された間伐材魚礁は、水深 30m では 3 ~ 5 年で崩壊した。

#### 水温

フナクイムシ類は北海道から九州まで広く分布するが、生息可能水温はフナクイムシで 8℃、ヤツフナクイムシで 10℃ であることから<sup>5)</sup>、冬季に低水温となる北海道ではフナクイムシ類による食害は著しいものではないと考えられる。

#### 塩分

ヤツフナクイムシの生息下限と好適塩分はそれぞれ、18‰、32‰ である<sup>5)</sup>。一方、キクイムシはフナクイムシ類に比べて低塩分に弱く、生息下限と好適塩分はそれぞれ、15‰、30‰ 以上である<sup>3)</sup>。

#### 流速

強流域では静穏域に比べて木材の減耗速度が速いという報告がある。山口県上関町の静穏域と強流域に沈設した魚礁では、2 年後の木材の減耗状態にかなりの差がみられ、静穏域に設置した木材が殆ど減耗していないのに対し、強流域では減耗が激しかった<sup>7)</sup>。

#### (3) 木材の耐久性

海中における木材の寿命は、海域、水深、木材の大きさ・種類により異なるが、各地の事例より概ね 3 ~ 5 年と考えられる。

#### (4) 食害

また、海虫の食害により生じる木材の減量は、山口県豊浦海域に 29 ヶ月設置した長さ 2 m の木材の木口付近で横断面食害率が約 50% であった。また同海域に 19 ヶ月設置した長さ 1 m の木材の食害率は、木口付近が 35-40%、中央部が 25% であった(図-6)。フナクイムシの多くは木口より侵入し、中央部に向けて穿孔する過程で魚類の捕食等を受けて死亡するため、中央部では木口に比べて食害が小さい。

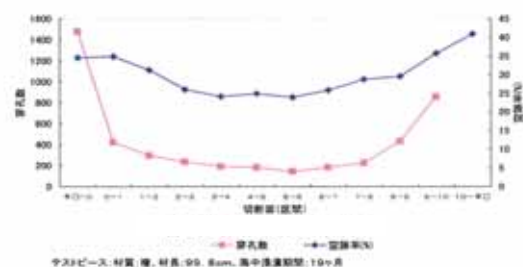


図-6 木口・末口からの距離と食害の関係

このことは、木材の長さが長いほど耐久性が高いこと

を示唆している。実際、豊浦海域では魚礁設置後 35 ヶ月で長さ 30 cm の木材は崩壊していたが、2 m のものは堅牢であった。また、樹皮がないと耐久性が低下する。スギとヒノキの食害速度を比較すると、山口県、福岡県ともスギで食害速度がやや速い傾向がみられた。

#### (5) 木材の強度

海中に設置した木材は海虫類の食害を受け、強度が低下する。木材のせん断強度の指標であるヤング係数の変化傾向は樹種により異なる。

#### (6) 耐久処理

間伐材活用魚礁における木材の耐久処理として、合成樹脂の浸透、フェノール処理、木酢液への浸透、燻煙処理、炭化、セラミックス塗布、シリコン被覆、セメント被覆、焼き焦がしなどの手法が採用されている。このうち、シリコン被覆、合成樹脂浸透、フェノール処理、木口の埋め込みについては効果が確認されている。シリコンが厚く被覆された木材では、設置 2 年後も海虫類の食害が軽微であった。合成樹脂を浸透させた木材は、11 ヶ月後の断面食害率が未処理材の 39% に対して 15% であった。木口をコンクリートに埋め込む方法では、25 ヶ月後の木材残存率は未処理区の 14% に対し、100% であった。しかし、その後の崩壊は急激で 29 ヶ月後の残存率は 7% に低下した。

#### (7) 浮力

木材の保管方法、個体差などによるが、海中に浸け置いた木材の浮力は長いもので 1 年程度持続する。木材の浮力が消失しないうちに魚礁から外れると、浮上・漂流して船舶や漁具等に損傷を与える可能性があり、危険防止の面からも木材を確実に魚礁に取り付けることが重要である。

### 3.3 魚類の蝟集

潜水による蝟集量調査（重量<sup>レ</sup>-ス）の結果によれば、沈設 2 年目までは間伐材活用魚礁で蝟集量が多い傾向がみられる。現地調査結果では、1 年目は間伐材活用魚礁と対照魚礁の蝟集量は同等であったが、2 年目、3 年目とも間伐材活用魚礁で多い傾向が見られた。

### 3.4 餌料生産性

木材を餌料生物の生産基盤として見た場合、各地の調査結果から 沈設後 2 年程度はコンクリートや鋼材等に比べて付着性の餌料生物が多い傾向が見られる、沈設後の短期間でヨコエビ等の有用餌料が大量に発生する、他の部材ではみられないフナクイムシ等の穿孔性の餌料生物が生産されるなどの優れた面が明らかになった。

フナクイムシの現存量としては、25.4 kg/m<sup>3</sup>（兵庫県家島）、7.6~13 kg/m<sup>3</sup>（山口県豊浦）などの報告があり、いずれも餌料生物量としてはかなり大きなものである。しかし、一方でフナクイムシが木材中に出現したのは多くの事例で沈設後 2 年内であり、それ以降に回収した木材ではフナクイムシは殆ど皆無に近かった。これは回収が簡単なように短い試験材を用いているため、フナクイムシの生活基盤である木材が 2 年内に殆ど食べ尽くされたためと考えられる。

フナクイムシが出現しなくなってからもキクイムシは木材中に残存し、フナクイムシの食害痕には、エビ・カニ類、貝類等の餌料生物が生息するのが確認された。これらのことから、木材は崩壊に至るまで餌料生物の生産基盤として機能するものと考えられる。

## 4. 終わりに

これまでの調査研究の結果から、魚礁に取り付けた間伐材は崩壊するまでの間、魚類の蝟集及び増殖に寄与することが明らかになった。また、今後の水産基盤整備事業をはじめとする魚礁事業における間伐材の利用や使い方に関する提言は利用の手引き<sup>9)</sup>として取り纏め、各都道府県や関係機関に配布済みである。この手引きでは間伐材魚礁の費用対効果の考え方についても検討している。

本調査は、平成 13 年から 17 年にかけて水産庁直轄調査として受託したものであり、調査の遂行にあたっては各都道府県の水産部局および魚礁メーカーからは貴重な情報を提供して頂いた。また、現地調査では、石川、島根、山口県の担当者の協力を得て行った。また、最後に調査検討委員会の検討委員各位には、貴重な助言を頂戴した。ここに記して深謝申し上げる。

### 参考文献

- 1) 国際連合食料農業機関：森林の公益的効用，松尾兎洋訳，水利科学研究所，東京，pp.230~265,1965.
- 2) 農林水産省：農林水産省木材利用拡大行動計画，2003.
- 3) 馬渡静夫：海中木材食害動物とその防除の研究，水産動物の研究(1)，pp.1-93,1950.
- 4) 山口県間伐材魚礁利用促進協議会：山口県間伐材魚礁調査報告書，pp.6,2006.
- 5) 角田邦夫・西本孝一：海面貯木場におけるフナクイムシの食害と防除(3) フナクイムシの定着期，木材工業 35-4，pp.24-26,1980.
- 7) 共英製鋼株式会社：鋼製魚礁への間伐材取りつけ効果について（内部資料），pp.1-6,2002.
- 8) 水産庁：魚礁への間伐材利用の手引き，2006.