

藻場の有する二酸化炭素の固定効果の定量的な評価について

STUDY ON QUANTITATIVE ANALYSIS FOR FIXING EFFECT OF CARBON DIOXIDE OF THE SEAWEED

浅川典敬¹・石岡昇²
Noritaka ASAKAWA, Noboru ISHIOKA

1 正会員 工修 水産庁漁港漁場整備部計画課 (〒100-8907 東京都千代田区霞が関 1-2-1)

2 (社) 水産土木建設技術センター (〒104-0045 東京都中央区築地 2-14-5)

Along Japanese coast, many kinds of marine plants are living. And these marine plants usually grow in crowds which give not only good fishing grounds but also the purification of seawater quality and the stability of the quality of the bottom. Recently these function of marine plants are recognized generally, but at present we cannot establish how to estimate the function of marine plants with quantitative analysis. In order to estimate the function properly, we try to suggest a method of quantitative analysis focusing on the absorption and the settlement of carbon dioxide.

Key Words : Sea weed, carbon dioxide, purification, marine plant, quantitative analysis, fishing ground, fixing effect

1. はじめに

沿岸域に形成されている藻場は、藻場を構成する海藻(海草)とともにそれに付着する微細藻類などにより高い生産力を有しており、水産動植物の産卵・成育の場として豊かな漁場環境を形成する上で不可欠なものとなっている。藻場は、コンブやアワビ等の磯根資源の生産の場として漁業に貢献しているとともに、海藻の成長過程において栄養塩等を吸収することにより、水質浄化や底質の安定化など環境保全の面でも重要な役割を有しているところである(図-1)。しかしながら、沿岸

開発や環境条件の悪化等により、藻場の面積は年々減少しており、環境庁の調査によれば、昭和53年から13年間で全国の藻場が約6,400ha消失したところである。また、近年全国の沿岸域において、磯焼けが発生しており、藻場が著しく減少している状況が多発しているところである。漁港漁場整備事業では、増殖場の整備等を通じて藻場の造成を行っているところであるが、事業の効果を算定する上で、藻場の多面的な機能を定量化することが求められているところである。中でも、グローバルイシューである地球温暖化問題に対応した、二酸化炭素の吸収源として効用については、水産

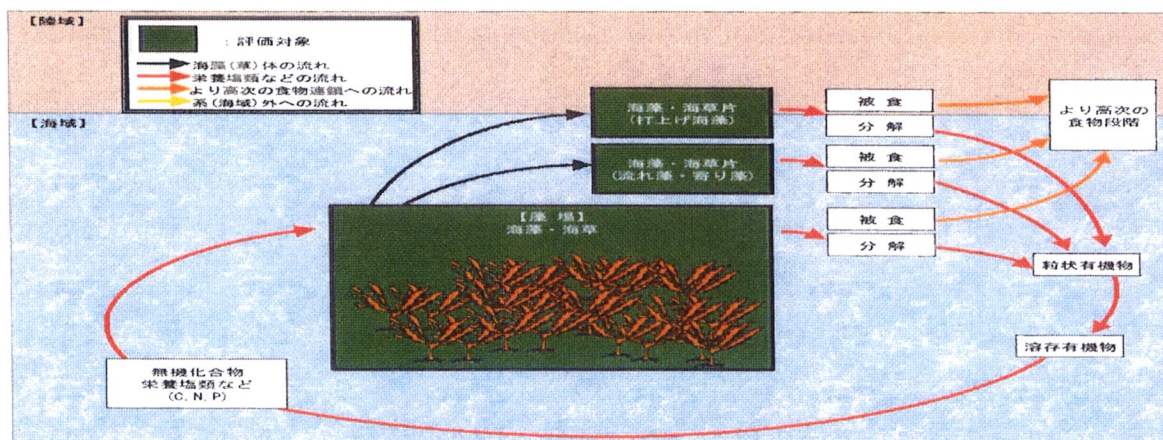


図-1 藻場における栄養塩等の物質循環の模式図

総合研究センターの研究で日本の沿岸で約 200 万トン C/年の二酸化炭素が固定されているとの推定がある¹⁾ものの、藻場がどの程度の二酸化炭素を取り込み、更に二酸化炭素の固定にどの程度貢献しているのか、全体的な機能を定量的に評価する手法が構築されていないところであり、重要な課題となっているところである。

そこで、本研究では、北海道立水産試験場及び京都府立海洋センターの現地調査(図-2)に基づき、藻場の二酸化炭素の吸収量について算定するとともに、藻場の二酸化炭素の固定に対する貢献に関し、その定量化を図るための手法を整理し、その考え方に基づき定量的評価の一手法を提案するものである。また、当該評価手法を用いて、二酸化炭素の固定機能について貨幣価値化による評価を試みたものである。

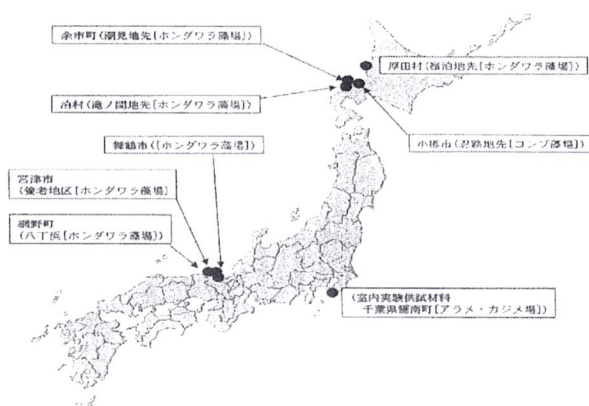


図-2 現地調査実施箇所

2. 調査内容

(1) 基礎データの収集

平成 14 ~ 16 年度において、北海道の余市町地先他 3 箇所及び京都府の舞鶴市地先他 2 箇所の現場において、ホンダワラ類等の藻場を対象に①海藻分布状況調査②時期別・部位別の CNP 含有量調査③流失藻体の分解被食過程把握などの調査を実施し、基礎データの収集を行った。また、併せて室内試験を実施し、海藻が枯死・分解していく過程を観察し、炭素・窒素の水中への回帰過程の把握を行った。

a) 現存量及び流出量の把握

ホンダワラ類は層別刈り取り法により、コンブ類はパンチ孔法により、海藻の月毎の現存する量と前月との比較により求めた流出量を把握し、月別データの積分によって周年の現存量及び流出量を把握した。図-3に北海道におけるホンダワラ類藻

場とコンブ類藻場の月別現存量と流出量を示す。

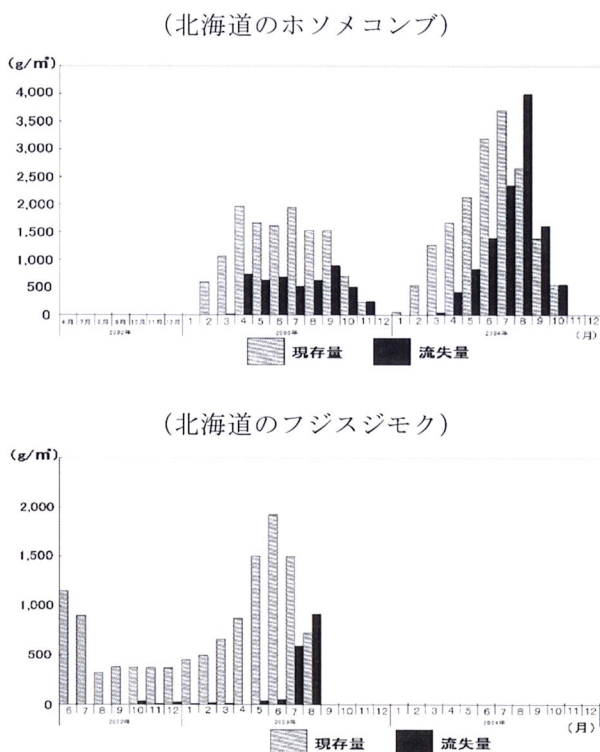


図-3 海藻の現存量と流出量の測定事例

b) 二酸化炭素の固定量の把握

二酸化炭素の固定量は、北海道と京都の調査地から計 22 種のデータを解析し、それぞれ月別の炭素の含有量を把握した。図-4に含有率の測定値を示す。ホンダワラ類では北海道と比較して京都が含有率が高く、コンブ類については冬期と比較して夏期が含有率が高い傾向も見られた。

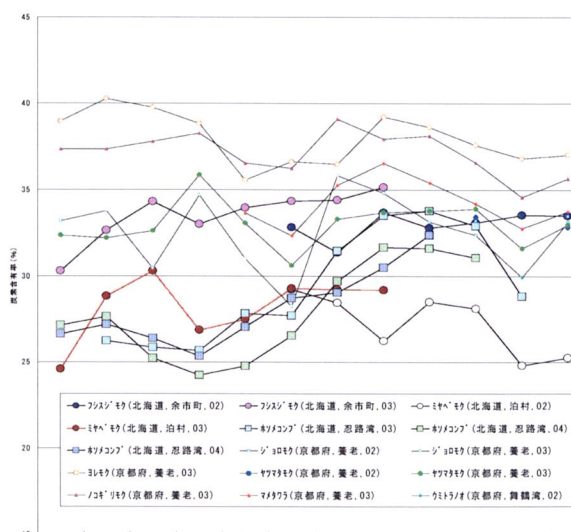


図-4 月別の炭素含有量の測定値

c) 海藻の分解速度の把握

現地と室内において、海藻が分解する時間の把握を行った。現地実験では、メッシュバック（ナイロン製の網袋）に海藻を入れ、底質条件等を変化させた場合の藻体の重量変化を測定した。室内実験では、容量10リットル、20℃の水槽に弱曝気及び流水状態におき、時間変化に伴う重量変化を測定した。

(2) 二酸化炭素の固定効果の評価手法の考え方

森林は長期間かけて生長し、二酸化炭素を吸収・固定するが、海藻は1年間で生長と減退を繰り返しながら、藻場を形成し続けるところである。図-1に藻場のCNP固定と物質移送の形態を模式的に示した。海藻は、生長後に枯死・流失し流れ藻となって移送され、粒状有機物となって濾過食物の餌となり、最終的には分解して海水中の無機のC,N,P化合物となる。また、一部はウニ・アワビ等の植食動物の餌料となり、食物連鎖を繰り返す。このため、藻場の二酸化炭素の固定効果としては、海藻の現存量に加え、流失した藻が海中に分解せずに漂っている状態の藻（以下、未分解藻片という。）についても、評価することとし、基礎データから得た周年の「海藻の現存量」、「枯死・流出量」、「分解速度」及び「C含有量」から二酸化炭素の固定効果の算定を行うこととした。

a) 海藻の現存量及び枯死・流出量

海藻は、周年にわたり現存量が変化し、種により現存量及び変化のパターンが異なるところである。そこで、年間を通じて最小となる現存量を年間定常現存量と定義して、二酸化炭素固定量を算定する基礎とした。図-5に実験結果から得られた月別の海藻の部位別現存量を模式的に表し、年間定常現存量の考え方を示した。また、この図の月間の増減がそれぞれの部位の生長量と枯死・流出の差分となる。

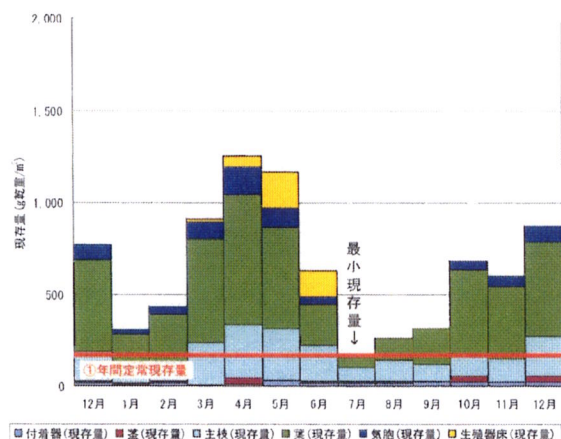


図-5 部位別月別の現存量の模式図

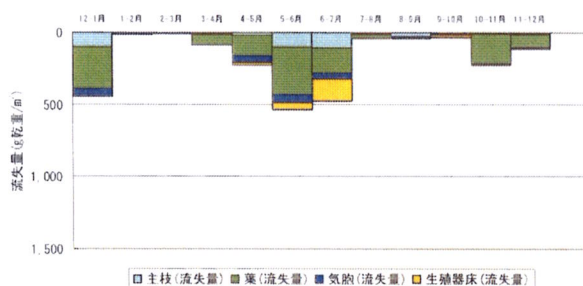


図-6 部位別月別の流出量の模式図

b) 未分解藻片の評価

藻体の未分解量と時間との関係を次式の指数関数で表し、実験結果から得た藻片が分解する速度から定数を求めることとする。

$$W_t = W_0 \times e^{-kt}$$

(k : 分解定数 (day^{-1}), W_t : t 日後の藻体未分解藻体量 (g 乾重), W_0 : 初期の藻体量 (g 乾重), t : 経過日数 (day))

本実験の分解過程から得られた2事例を図-7示す。この場合、北海道のホソメコンブの分解定数 K は 0.2692、京都のノコギリモクは 0.0255 となる。

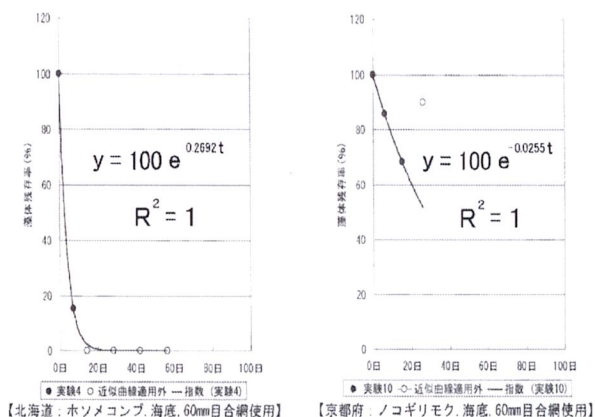


図-7 海藻の分解過程の事例

c) 未分解藻片を加味した年間定常現存量

流出した藻草については、上述の評価から時間と未分解量の関係が判明することから、現地調査により求めた流出量の時間経過から任意の時間経過した未分解藻片量が算定できることとなる。この未分解藻片量を積分した値を図-5に加えたものを模式的に図-8に示す。これにより、現存量に流出後未分解で海中に漂う藻片量を加えた値を示すこととなり、周年変化において、最低限二酸化炭素を固定する海藻の量を評価することが可能となる。

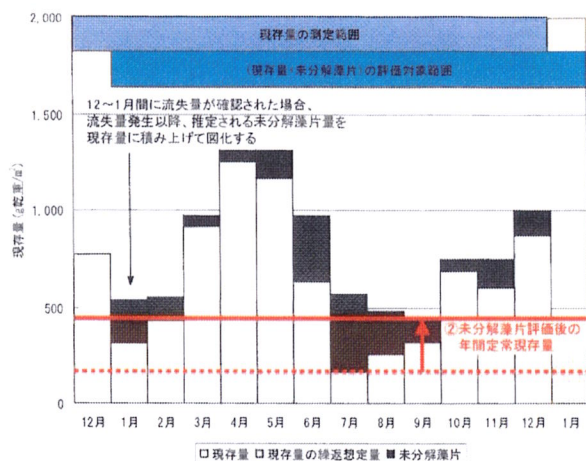


図-8 未分解藻片を評価した月別現存量

3. 二酸化炭素の固定機能の評価

上述した評価手法から、藻場の二酸化炭素の固定機能の評価を行う。すなわち、二酸化炭素の固定量（F：kg）は、藻場の年間定常現存量（ P_{BL} ：kg 乾重/m²）に対象とする藻場面積と二酸化炭素含有率を乗じることで次式より求めることができる。

$$F = P_{BL} \times p \times S$$

（p：二酸化炭素含有率（%）, S：藻場面積（m²））

試算として、現地調査結果をもとに未分解藻片量を加えた年間定常現存量を評価した図-9 から、04年2月が786 g 乾重/m²と推算されることから、単位面積あたりの固定量は、 $F = 786 \text{ (g/m}^2) \times 0.33 \text{ (炭素含有率\%)} = 259 \text{ (g-c/m}^2)$ となる。

また、この固定量について貨幣価値化を行う場合、森林の固定量算出にあつては、二酸化炭素吸収量を火力発電所における二酸化炭素回収コストとして計算²⁾し、回収にかかる経費を12,704円/トン・CO2(46.4円/kg・C)とした。³⁾これを計算すると、藻場が炭素削減に貢献する価格は、1 haあたり約120万円と算出されるところである。

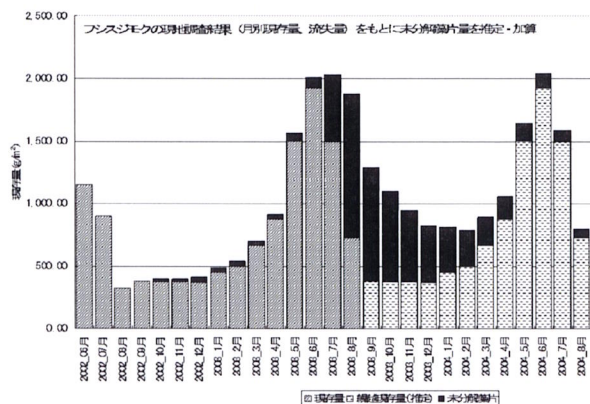


図-9 未分解藻片を評価した月別現存量事例

4. 結論および今後の課題

以下に本調査の結論を示す。

①現地調査により、海藻の生長量、流出量、二酸化炭素含有率、藻片の分解速度等のデータを得た。
②藻場の有する多面的機能としての二酸化炭素の固定機能について、流出後の藻片についても一定の評価を行うことにより、固定機能の評価を行う手法を提言した。
③また、本手法を用いて実験結果から、藻場の二酸化炭素の固定機能について、評価を試みた。また、今後につながる課題として、
①二酸化炭素は、ウニ・アワビ等の植食動物等の高次生物に蓄積され、海水に直ぐに還元されないことから、生態系全体を捉えた藻場の効果を検討した場合、今回の評価は過小評価となっていること。

②流れ藻が深海に沈降した場合、低温かつ静穏状態におかれることから、分解が長期間に及ぶため、やはり本評価が過小評価となることなどがあげられる。このことから、今後とも生態系全体のメカニズムの中で海藻が果たす役割について、広くその機能の評価できるよう種々の調査研究を行っていくことが重要である。

森林については、長期的な二酸化炭素の固定機能（日本の森林では、haあたり数トンC～10トン・C⁴⁾に加え、成長に伴う毎年の吸収（日本の場合、14,200万トン・CO2/年⁵⁾）が期待され、単に二酸化炭素の貯留機能を比較した場合、成長と流出を短期間で繰り返す藻場については、その貢献度は少ないところである。しかしながら、海洋の生態系の中で果たす役割は極めて重要であり、今後多面に亘る機能をトータルで把握し、その機能のメカニズムを解明する必要がある。

5. おわりに

最後に、この調査は水産庁の調査事業として実施した「藻場等の沿岸海域保全機能等の解明等（平成14～16年度）」の結果の一部を整理したものである。調査の実施に当たってはご教示頂いた有賀委員長をはじめ各委員、調査を実施した関係機関、関係自治体の皆様はじめ関係各位には大変お世話になりました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 飯泉仁：森林、海洋におけるCO₂・炭素収支研究最前線 シンポジウム講演集、(独)森林総合研究所、(独)水産 総合研究センター (2003)
- 林野公共事業における事前評価の手引き、社団法人日

本林業協会(2003)

- 3) 地球環境・人間生活にかかわる水産業及び漁村の多面的な機能の内容及び評価について(答申), 日本学術会議(2004)
- 4) 藤森隆郎: 森林の二酸化炭素吸収・貯留効果
- 5) 森林総合研究所 HP