

人工リーフに生育したカジメ (*Ecklonia cava*) の炭素、窒素及びリン含有量

山田佳昭, 木下淳司*
(環境技術部, *水産総合研究所相模湾試験場)

The carbon, nitrogen, and phosphorus content of KAJIME (*Seaweed;Ecklonia cava*) which are grown on the artificial leaf

Yoshiaki YAMADA, *Junji KINOSHITA
(Environmental Technology Division, *Kanagawa Prefectural Sagami Bay Fisheries Experiment Station)

キーワード: カジメ, 炭素, 窒素, リン, 人工リーフ

1 はじめに

相模湾では海域環境保全のための対策が講じられた結果, これまでに窒素やリンの河川からの流入量は, 第1次富栄養化対策指導指針の策定時に比べ削減されている。しかしながら, 公共用水域の測定結果では同湾沿岸域に位置する辻堂沖, 湾中部, 城ヶ島西沖の測定点において, 窒素・リン濃度は最近10年間ほぼ横ばいの状態である。

現在相模湾では, 黒潮系外洋水の影響が大きい沖合では貧栄養レベルにあるが, 沿岸域では富栄養化が懸念されるレベルであると考えられる。

近年, 藻場・干潟等の自然が持つ水質浄化機能が高いことが明らかになってきた。しかし, 相模湾は開放性の湾で, 大規模な干潟は形成されておらず, 干潟に替わる水質浄化の場として, 西湘及び三浦地区の岩礁域に広く分布するカジメを主体とした藻場が効果的であると推察される。

カジメは太平洋沿岸の千葉県以南, 四国南岸及び九州西岸に分布する大型の褐藻類で, 外洋に面した岩礁域の水深3~25mに海中林を形成する。アワビ, サザエ, ウニなどの有用生物の餌料として, また, 魚介類の産卵場や幼稚仔期の保育場として重要な役割を果たしている¹⁾。

近年, カジメを主体とする藻場を人工的に形成させる技術が発展したため, 今後積極的に藻場を造成し, 沿岸域の水質浄化機能を高めることが期待される。しかし, 相模湾沿岸域のカジメを主体とした海藻類の調査については, 水産総合研究所等による植生調査は行われてきたが, 定量的に水質浄化機能を評価するための知見は不足している。

神奈川県では, 小田原市沿岸の海岸保全を目的とした人工リーフを設置する際, ここにカジメ藻場を造成した。今回この藻場におけるカジメを対

象に, 炭素, 窒素及びリン量を調査し, 藻場の水質浄化機能の定量化に関する基礎的知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 調査地点

相模湾西部の神奈川県小田原市御幸の浜の沖, 水深6~10mの海底に, 長さ約220m, 幅約50mの範囲にわたり重さ40tの異型ブロックを投入し, 人工リーフを設置した。この人工リーフは沖及び陸(南・北)と東及び西側では深くそれぞれ水深約6m~11m程度, 中央部(天端)では浅く水深1~2mである。ここに天然のカジメ藻場でカジメを入植させたコンクリートブロックを移設したところ, 人工リーフ全体の約50%において被度50~100%のカジメ藻場が形成された。カジメの生育面積は0.5ha弱である。

2.2 分析試料

2.2.1 試料採取

カジメは, 平成15年1月27日(第1回調査)及び平成15年2月28日(第2回調査)に, スクーバ潜水により人工リーフ上に形成された藻場から各回8個体ずつ採取した。同時に, トランセクト法により人工リーフ上のカジメ総生育本数を調べた。

2.2.2 重量等の測定

採取したカジメは, 実験室に持ち帰り, 以下に示す方法²⁾で重量, 大きさ, 湿重量, 乾重量及び含水率を求めた。

1) 重量及び大きさは, 水洗浄で付着物等を除去した後, ペーパータオルで軽く水気を拭き取り, 「磯焼け診断指針」³⁾に従って求めた。

2) 湿重量は、根状部を除いた葉状部及び茎状部の重量を測定した。乾重量は 70 で一晚乾燥させた後、重量を測定した。なお、乾燥後の試料は粉碎後、60 ヶヅ(250 µm) でふるい分けして、分析に供した。

3) 含水率は、ふるい分けした試料を 110 で 3 時間乾燥させて求めた。

2.3 分析方法

炭素及び窒素含有量は、CHNコーダー(ヤナコ社製, MT-3)により測定した。リン含有量は硝酸-過塩素酸分解法(昭和 63 年環水管第 127 号底質調査法 190.1)に準じて測定した。

3 結果

3.1 大きさ、重量等の測定結果

カジメの体長等の測定結果を表 1 にカジメの総湿重量等は表 2 にそれぞれ示す。

3.1.1 大きさ

体長、茎長、茎径、側葉長、中央葉幅については、第 1 回調査と第 2 回調査の結果の間で有意な

差(有意確率 5%以下: $P < 0.05$, 以下同じ。)がなかったが、葉部長では有意な差が認められ、第 2 回目の方が大きい値となっている。

調査日間の約 1 ヶ月での成長が反映しているものと見られ、成長が葉状部の伸長として現れているものと考えられる。

3.1.2 重量

重量については、第 1 回調査と第 2 回調査の結果の間で葉状部湿重量及び総湿重量に有意な差が認められ、2 回目の方が大きい値となっている。茎状部では有意な差がなかった。大きさと同様、葉状部の伸長が反映しているものと見られる。

葉状部と茎状部の比率は 0.7:0.2 で、第 1 回調査と第 2 回調査の結果に有意な差はなかった。

3.1.3 含水率

含水率については、第 1 回調査と第 2 回調査の結果の間で有意な差がなかったが、葉状部では有意な差が認められ、1 回目の方が大きい値となっている。

葉状部と茎状部の間に有意な差はなかった。

表 1 カジメの体長等

		体長	葉部長	茎長	茎径	側葉長	中央葉幅	成熟状況
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(年)
第 1 回調査	範囲	7.5-52	2.5-22	3.5-47	0.5-2.1	25-57	2.0-6.8	1-3
	平均値	30	9.1	20.6	1.3	34	5.2	2.0
第 2 回調査	範囲	20-67	13-35	2.5-46	0.3-1.8	26-55	6.0-10	1-3
	平均値	44	22	19	1.2	36	6.2	2.3

表 2 カジメの湿重量等

	総湿重量(g)		測定部	湿重量(g)		乾重量(g)		含水率(%)	
	範囲	平均		範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
第 1 回調査	42-430	190	葉状部	22-170	91	3.1-25	86	85-89	87
			茎状部	1.8-120	42	0.2-20	84	83-89	85
第 2 回調査	5.2-580	280	葉状部	2.8-380	190	0.51-62	30	82-87	84
			茎状部	0.37-120	39	0.04-19	6.4	79-90	85

3.1.4 体長と総湿重量，乾重量

人工リーフ上のカジメ全体の炭素，窒素及びリン量を体長と総生育本数（個体数）から見積るため，体長と湿重量及び湿重量と乾重量の関係を検討した。その結果を図1及び図2に示す。

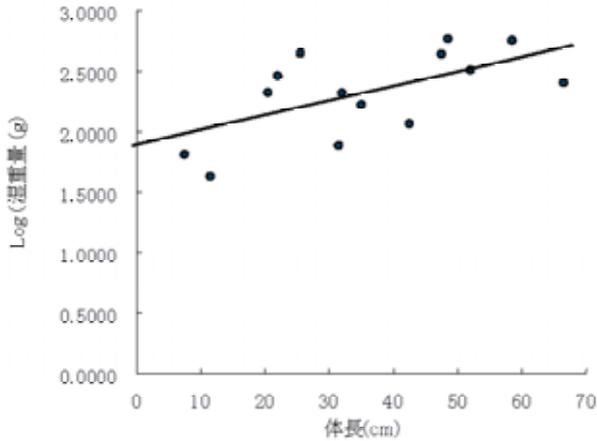


図1 体長と湿重量との関係

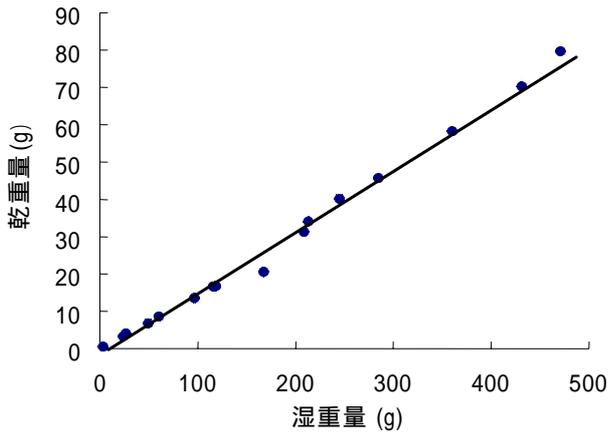


図2 湿重量と乾重量の関係

体長と全湿重量の関係は，

$$\text{Log(WW)}=0.0126L+1.8617 \quad (r=0.6243) \dots (1)$$

L:体長(cm)，WW:全湿重量(g)

であった。

一方，湿重量と乾重量の関係は，

$$\text{DW}=0.1680\text{WW}-1.932 \quad (r=0.9971) \dots (2)$$

WW:湿重量(g)，DW:乾重量(g)

であった。

3.2 炭素，窒素及びリンの含有量

葉状部及び茎状部の炭素，窒素及びリンの含有量の調査結果を表3に示す。

表3 葉状部及び茎状部の炭素、窒素及びリンの含有量

	測定部	炭素 (mg/g-dry)	窒素 (mg/g-dry)	リン (mg/g-dry)
第1回調査	葉状部	310	26	2.7
	茎状部	300	16	1.7
第2回調査	葉状部	310	24	2.4
	茎状部	280	15	1.8
平均	葉状部	310	25	2.6
	茎状部	290	16	1.8

3.2.1 炭素

炭素については，第1回調査と第2回調査の間で，また葉状部と茎状部の間で，有意な差は認められなかった。

炭素の含有量は，葉状部が平均 310mg/g-dry (σ^2 (分散値)=14.5)，茎状部で平均 290mg/g-dry ($\sigma^2=6.9$)であった。

3.2.2 窒素

窒素については，葉状部と茎状部の間で有意な差が認められ，葉状部の方が高い値となっている。葉状部と茎状部それぞれについて，第1回目と第2回目の間に有意な差は認められなかった。窒素の含有量は，葉状部が平均 25mg/g-dry ($\sigma^2=14.5$)，茎状部で平均 16mg/g-dry ($\sigma^2=6.9$)であった。

3.2.3 リン

リンについては，窒素と同様の傾向を示し，葉状部と茎状部の間で有意な差が認められ，葉状部の方が高い値となっている。葉状部と茎状部それぞれについて，1回目と2回目の間に有意な差は認められなかった。

リンの含有量は，葉状部が平均 2.6mg/g-dry ($\sigma^2=0.09$)，茎状部で平均 1.8mg/g-dry ($\sigma^2=0.19$)であった。

4 考察

藻場の水質浄化機能の定量化を行うにあたっては，当該藻場の炭素，窒素及びリン量を見積ることがその第一歩になる。

今回の調査の結果によって，カジメ個体について，体長から湿重量を，湿重量から乾重量を，そして乾重量から炭素，窒素及びリン量を見積もることが可能になる。

すなわち、藻場に生育するカジメの体長と総生育本数（個体数）を実測した結果を(1)式に代入することで、藻場のカジメ全体の湿重量が算出できる。この湿重量は(2)式によって乾重量に変換できる。

さらにこの乾重量に対して、炭素は平均含有量を乗ずることで全体を算出できる。窒素及びリンは、葉状部と茎状部の乾重量での比が 0.7 : 0.2 であり、部位により含有量に差があることから、得られた乾重量に葉状部及び茎状部の比率、さらにそれぞれの平均含有量を乗ずることによって、算出することができる。

このように、藻場の炭素、窒素及びリン量を見積る基本となる数値と関係式を得ることができた。

スクーバ潜水により計測した人工リーフ全体のカジメ総生育本数と大きさから見積もった総湿重量、炭素、窒素及びリン量を表 4 に示す。なお、この表には今回の調査結果の他、同様に人工リーフ上のカジメの総生育本数と大きさを計測したデータを加えた。

さらに、カジメの総生育本数や、含有する炭素、窒素及びリンの総重量の季節変化や年変化について明らかにするとともに、カジメの純生産速度を定量化することで、カジメ藻場の果たす水質浄化能力を明らかにしたい。

参考文献

- 1) 千原光雄：藻類多様性の生物学，内田老鶴圃，(1997)
- 2) 浅川昭彦ほか：志摩半島甲賀周辺におけるアラメ、カジメの主要化学成分の季節変動，養殖研究所研究報告(13) (1988)
- 3) 磯焼け診断指針作成事業委員会ほか：磯焼け診断指針，(2002)
- 4) Yokohama, Y. et al : The Botanical Magazine, 100, 129-141 (1987)

行政依頼調査〔平成 14 年度〕

課題名：沿岸水域における藻場の水質浄化効果調査

表 4 カジメの総生育本数から見積もった炭素量、窒素量及びリン量

調査月	総生育本数 (本)	湿重量 (kg)	炭素量 (kg)	窒素量 (kg)	リン量 (kg)
平成 14 年 4 月 ~ 5 月	53,000	12,000	520	39	4.2
平成 14 年 8 月 ~ 9 月	73,000	9,000	410	31	3.4
平成 15 年 1 月	84,000	9,600	430	32	3.5
平成 15 年 4 月	88,000	23,000	1,000	78	8.5
平成 15 年 12 月 ~ 平成 16 年 1 月	70,000	11,000	500	38	4.1

カジメの年間生産量は年間最大現存量の 1.3 倍を超えることが報告されている⁴⁾。今回見積もられた現存量が年間生産量に匹敵するならば、人工リーフ上のカジメ群落は年間に窒素 100kg，リン 10kg を海水中から除去すると考えられる。これは、約 20 人が排出する窒素（原単位：4.4 kg / 人 / 年）とリン（同：0.43 kg / 人 / 年）に相当する程度の水質浄化能力を有するものとみられる。

一方、カジメの湿重量の増減に葉状部の伸長が影響することが示唆された。葉状部の占める割合は季節によって変化する可能性があり、今後は季節別のような時系列調査が必要である。