

9 7 2 8 内湾水域の栄養塩環境特性と環境収容力の評価

助成研究者：古谷 研 (東京大学 大学院農学生命科学研究科)

共同研究者：岸 道郎 (北海道大学 水産学部)

乙部 弘隆 (東京大学 海洋研究所)

小松 輝久 (東京大学 海洋研究所)

沿岸環境を保全し、その生物生産性を持続的に有効利用するためには、海域の環境収容力を評価して、われわれが利用可能な生産力を精度良く評価することが必須である。この観点から、本研究は、1) 三陸リアス式湾の一つである大槌湾において天然植物プランクトン群集と、栄養塩の取り込みで植物プランクトンと競合する養殖ワカメの増殖とその制御機構を解明して、2) 栄養塩が基礎生産者に分配される過程、さらに 3) ワカメ生産としてわれわれが利用可能な栄養塩量を明らかにすることを目的とする。

野外観測は1998年1月14日から同4月27日にわたり行った。2月下旬から3月上旬および3月下旬から4月上旬にかけて *Chaetoceros* および *Thalassiosira* などの中心目珪藻類からなる植物プランクトンブルームが発生し、ピーク時にはクロロフィル a 濃度が $10 \mu\text{g L}^{-1}$ をこえた。ブルームの形成には、西風が弱まり湾内外の海水交換が停滞することが必要条件になっていた。光合成-光曲線から評価した植物プランクトンの光合成活性は、ブルーム形成期と非形成期で有意な差異がなく、観測期間を通して湾内の植物プランクトン群集は海況の好転により、いつでもブルームを形成しうる状態にあったことを示唆した。現場吊下した自然蛍光光度計、すなわち太陽光の励起による植物プランクトン生体内蛍光から見積もった光合成指数の連続観測は、植物プランクトンブルーム期に光合成指数が必ずしも増加しないことを示し、採水・培養実験の結果と良い一致を示した。自然蛍光によるクロロフィルおよび一次生産速度の連続観測の有効性を示すことができたため、環境変動の激しい沿岸・内湾域における植物プランクトン動態の解析が、今後大きく進展するものと期待される。

ワカメの湿重量から見積もった比増殖速度は $0.019 \sim 0.102 \text{ d}^{-1}$ であり、成長に伴って徐々に減少した。大槌湾では春季に約1000トンの養殖ワカメが水揚げされるが、今回得られた成長速度と湾内で水揚げされるワカメ量から湾内で養殖ワカメが消費した栄養塩の総量を見積もる予定である。現在、栄養塩試料の分析を進めており、その分析結果と、湾内外の海水交換速度、植物プランクトン基礎生産量の時系列資料を物理-生態系モデルに適用して植物プランクトン群集が湾内で消費した栄養塩類の総量を見積もる。これらの解析により1月から4月にかけて、年間で最も基礎生産量の高い時期に栄養塩類が有機物生産者にどのように分配されるかを見積もる。

9728 内湾水域の栄養塩環境特性と環境収容力の評価

助成研究者：古谷 研 (東京大学 大学院農学生命科学研究科)
共同研究者：岸 道郎 (北海道大学 水産学部)
乙部 弘隆 (東京大学 海洋研究所)
小松 輝久 (東京大学 海洋研究所)

1. 研究目的

近年、富栄養化や化学物質の蓄積、あるいは干潟の消滅などによって沿岸や内湾域の海洋環境や生物群集組成が大きく変化している。環境改変は植物プランクトンの組成を変え、しばしば二次汚濁や赤潮の発生を招き、基礎生産者の変化は、食物網を通して魚類に至るすべての栄養段階にまで影響がおよぶ。わが国の沿岸域では海面養殖業が活発に行われているが、海藻や貝類の養殖のように生態系の生産力を間引きながら利用する「生態系依存型」養殖、すなわち天然のプランクトン群集を餌とする養殖では、密殖による過度な間引きや底質の悪化などの問題が深刻化している。元来、自然の生態系には余剰な生産は無く、養殖活動によって加入した生物は餌などの資源の競合によって天然群集の構造を変化させる。過密な養殖が行われると、ある栄養段階の生物群集の個体数が減って、食物連鎖のリンクが細くなるばかりでなく、天然の生物群集および養殖水族自身の餌不足を招き、場合によっては壊滅につながる。

生態系の生産力を間引く場合、鍵となるのは海域の環境収容力をどのように評価するかである。これまでの研究では、有用水族の最大養殖規模を追求する姿勢が強く、天然の生態系全体を対象とした物質循環過程から有用水族の養殖適正規模を評価する研究は無い。環境収容力を評価する上で重要な要因である栄養塩を例にとると、海水中の栄養塩は植物プランクトンばかりでなく、海藻・海草および養殖のワカメ類に分配される。一方、植物プランクトンに分配された栄養塩は植食性動物プランクトンの餌となって転送されるとともに貝類などの濾過食性の養殖動物の餌糧にもなる。これらの分配過程を解析するためには生態系全体を扱う総合的な研究が必要である。

この観点から、三陸リアス式湾の一つである岩手県大槌湾において、内湾生態系の生物生産の動態と環境収容力を解明する研究が進められている。同湾では冬から春にかけて季節風による吹送流が湾内外の海水交換を頻繁に起こし、これが湾内への栄養塩補給や植物プランクトンブルームの発生・消滅を制御している[1]。沿岸・内湾域では気象・海象条件によって海水交換が起こり易く、それに伴う激しい環境変動が特徴である。これが生物群集動態や物質循環の変動を大きくさせ、調査研究を困難なものにしている[2]。このため観測頻度を高めた野外調査が必須となる[3]。

本研究は、大槌湾をフィールドにして基礎生産量とその動態を解明して、内湾域の環境収容力を評価する手法を確立することを目的とする。同湾では物理-生態系モデルが開発されており、植物プランクトン春季ブルームの発生がシミュレーションによって再現されているので研究条件が整っている[4]。天然植物プランクトン群集、および栄養塩について植物プランクトンと競合関係にある養殖ワカメを対象として栄養塩類がどのように基礎生産者に配分されるかを解明する。植物プランクトン現存量と基礎生産力を自然蛍光から見積もることに重点を置いた。自然蛍光は太陽光励起下での植物プランクトン生体内蛍光である。光学センサーを使うことにより観測頻度の高い調査が可能である。植物プランクトンの基礎生産力が年間で最も高くなる春季ブルーム期を研究対象とし、野外観測を平成9年度末に実施した。本稿執筆時(1998年5月)には試料の分析および解析が進行中であるため、これまでに得られている結果について報告する。

2. 研究方法

2.1 海洋観測

野外観測は1998年1月14日から同4月27日にわたり湾中央の測点(図1)で行った。電磁流速計(水深8m、31m)および自然蛍光光度計(7.5m)を設置し、それぞれ湾内外の海水交換および、クロロフィル量の経時変化をモニターした。自然蛍光光度計の設置深度は、大槌湾のブルームが水深5~6mから発生することと湾内を航行する船舶

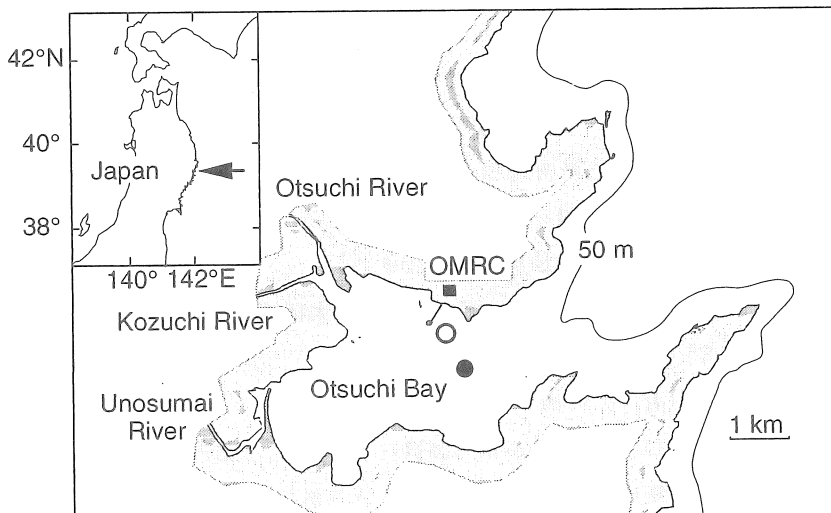


Fig. 1. Sampling locations in Otsuchi Bay. Buoy observations and water sampling were made in the central part of the bay (closed circle). The station was 41 m in depth. Growth experiments of *Undaria pinnatifida* were conducted at a station denoted by an open circle. OMRC: Otsuchi Marine Research Center, Ocean Research Institute, University of Tokyo.

とセンサーが衝突するのを防ぐことを考慮して決定した。1週間に2回の頻度で各層採水を行い、植物プランクトン種組成、クロロフィルaおよびその他の光合成色素、植物プランクトン光吸収係数、および栄養塩の鉛直分布測定用の試水を得た。採水時にはSTDを用いて水温・塩分・密度の鉛直分布の測定、および水中分光放射計による光合成有効放射の波長組成の測定を行った。すべての観測および採水は午前8時から9時にかけて行った。試料の処理および光合成の測定は東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター(図1、OMRC)で行った。

2.2 光合成活性

光合成活性を ^{14}C -重炭酸ナトリウムの取り込みから測定した。培養は試水採取後30分以内に開始し、 $0\sim 2500\ \mu\text{molphoton m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ の範囲で21段階の光量勾配をかけ、現場水温で30分間行った。光源には写真用ヨウ素電球を用いた。得られた光合成速度Pを式

$$P = P_s \cdot \left(1 - e^{-\frac{\alpha I}{P_s}}\right) \cdot e^{-\frac{\beta I}{P_s}}$$

にあてはめて、最大光合成速度 P_{\max} および立ち上がり勾配 α 、強光阻害係数 β を得た[6]。ここで P_s は強光阻害がないと仮定した場合の光飽和下での潜在的な光合成速度、 β は強光阻害の程度を示す定数で、立ち上がり勾配 α と同じ単位をもつ。最大光合成速度 P_{\max} は次式から求まり、 $\beta=0$ ならば P_s に等しい。

$$P_{\max} = P_s \cdot \left[\frac{\alpha}{\alpha + \beta}\right] \cdot \left[\frac{\beta}{\alpha + \beta}\right]^{\frac{\beta}{\alpha}}$$

2.3 基礎生産力

クロロフィルaおよび基礎生産力を自然蛍光から見積もった。クロロフィルaは、

$$\text{Chl} = \frac{F_f}{\phi_f \cdot a^* \cdot \text{PAR}}$$

から得られる[5]。ここでChl aはクロロフィルa、 F_f は自然蛍光、 ϕ_f は蛍光の量子収率、 a^* は植物プランクトン光吸収係数、PARは光合成有効放射である。基礎生産速度Pは

$$P = \frac{k_{cf}}{(k_{cf} + \text{PAR})} \cdot \left(\frac{\phi_c}{\phi_f}\right)_{\max} \cdot F_f \quad (1)$$

から得られる。ここで ϕ_c は光合成の量子収率、 ϕ_f は蛍光の量子収率、 k_{cf} は ϕ_c/ϕ_f の最大値の2分の1を与える光合成有効放射である。図2に k_{cf} の推定法を2月10日を例にして示す。2.3節で得た光合成一光曲線から、各光量における光合成速度Pが得られる。同じ日の植物プランクトン自然蛍光値 F_f との比と光合成有効放射の関係が図2に示されている。P/ F_f は ϕ_c/ϕ_f に等しいことから[7]、y軸は ϕ_c/ϕ_f と置き換えることができ、結果、式1の最適化によって $(\phi_c/\phi_f)_{\max}$ および k_{cf} が得られる。こうして求まる係数から自然蛍光の瞬間値を基礎生産速度に換算し、さらに一日あたりに積算して日間生産量を得た。

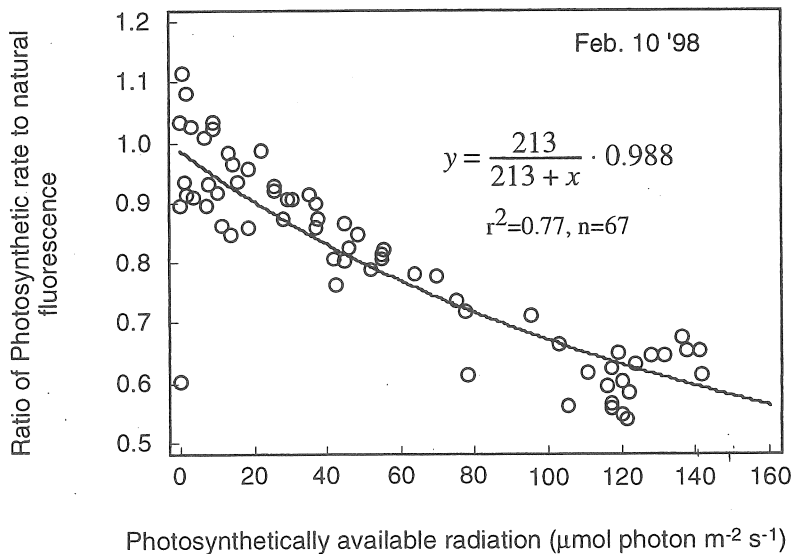


Fig. 2. Relationship between photosynthetically available radiation to ratio of photosynthetic rate ($\text{g-atC m}^{-3} \text{s}^{-1}$) to natural fluorescence ($\text{mol photon m}^{-3} \text{s}^{-1}$) on Feb. 10, 1998. Maximum value of the ratio and k_{cf} were estimated to be 0.988 and 213, respectively. For details, see text.

光合成一光曲線を測定していない日については測定を行った前後の日の $(\phi_c/\phi_f)_{\text{max}}$ および k_{cf} を線形補間して得た値を用いた。

2.4 ワカメの成長

測点付近に設置したワカメ (*Undaria pinnatifida*) 養殖ロープ上に 24 個体のワカメを選定し成長を追跡した。藻体中央部に頂軸に沿って直線的に数個の穴をコルクボーラーで開け、2週間に1回各穴の位置を記録した。ワカメの葉状部は基部で最も成長が活発であり、成長とともに穴は上部に押し上げられるので、時間の経過とともに葉状部基部に新たに穴を開けるという作業を繰り返した。位置の記録とともに成長を記録している個体の隣接個体から藻体全体を回収し、湿重量と全長の関係から湿重量あたりの増殖速度を求めた。また、藻体の一部を採取し、乾重量および C、N 含量測定用の試料を得た。

3. 結果と考察

3.1 海洋環境

観測開始時から湾内の水温は低下し、3月上旬に最低温の $5.8 \sim 5.9^\circ\text{C}$ となった (図3)。

この間表層2~3 mに淡水由来の低温水が存在したが、それ以深は水温がほぼ一様であり水柱が鉛直的によく混合していたことを示した。3月中旬以降、湾は昇温期に入り、4月には5 m層付近を中心に暖水の下に水温躍層が形成され、水柱の安定化が始まった。観測期間を通して西風が卓越していたが、その強度は大きな短期変動を繰り返し、風速 10 m s^{-1} を越える強風が1日以上持続することはなかった。期間を通しての平均風速は 4.44 m s^{-1} であり、ほぼ平年並みであった。湾内の流れ場は東西流が卓越し、南北流は小さかった。表層付近では流速の変化が大きいものの東向き、即ち湾外への流れが卓越し、特に1~2月末に顕著であった。一方、下層では西向きの流れが1~2月末にかけて連続して起こっていた。上下層の測流の結果から1~2月末は底部から湾外水が湾内へ流入し、表層付近で湾外へ流出するという循環があったと結論される。この時期の流速は $1\sim 8\text{ cm s}^{-1}$ 程度であり、平均約 4.5 cm s^{-1} の流れは 160 m h^{-1} に相当し、2日で湾内外の海水がすべて入れ替わる程度の循環であったことになる。3月にはいと底層からの湾外水の流入は弱まり、流れの東西成分はほぼ0付近で推移した。表層付近では3月20日~25日にかけて正の東向き成分が続き、表層水が湾外へ流出したことを示した。

3.2 植物プランクトン春季ブルーム

植物プランクトン現存量の指標であるクロロフィルaは2月上旬までは $1\text{ }\mu\text{ g L}^{-1}$ 以下と低かったが、2月下旬に増加し、3月上旬にかけて1回目のブルームが起こった(図4)。ブルームの形成は5~10 mの亜表層を中心に始まり速やかに下層におよんだ。これは亜表層付近で増殖した藻体が沈降によって、あるいは鉛直混合によって(図3)、下層に運ばれていることを示唆している。ピーク時にはクロロフィルa濃度は $10\text{ }\mu\text{ g L}^{-1}$ をこえ、こ

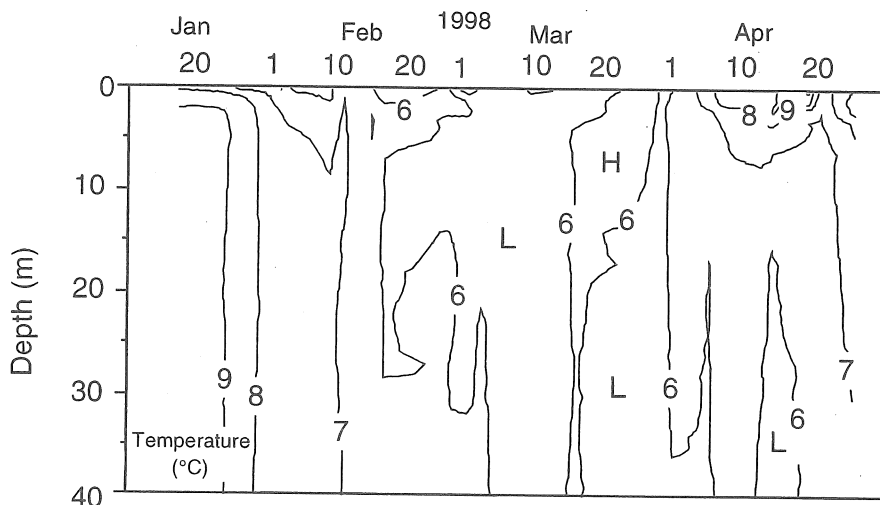


Fig. 3. Vertical profile of water temperature from mid January to late April 1998.

の海域に見られるブルームの平均的な極大濃度に達した。2回目のブルームは3月下旬から4月上旬にかけて発生した。1回目に比べるとクロロフィルaの最大濃度は同程度であったが、高濃度域は表層付近に局在した。両ブルームの形成時は湾内外の海水交換が弱い時期にあたり、ブルームの形成が海況によって制御されていることが判明した[1]。

ブルームを構成したのは珪藻類であり、優占種は1、2回目のブルーム *Chaetoceros sociale*, *Chaetoceros pseudocurvisetum*, *Chaetoceros debile*, *Chaetoceros compressum*, *Chaetoceros affine*, *Chaetoceros curvisetum*, *Eucampia zodiacus*, *Thalassiosira gravida* が最も卓越した。次いで、*Chaetoceros constricta*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros convolutum*, *Chaetoceros decipiens*, *Proboscia alata*, *Thalassiosira anguste-lineata*, *Thalassiosira nordenskiöldii* が優占した。これらの種は亜寒帯から温帯域の沿岸域における代表的なブルーム形成種であり、今回の観測は典型的な珪藻ブルームをとらえたものといえる。これらの種は非ブルーム期である1月においても優占していた。これらの種は冬季から春季にかけて常に存在し、ブルーム形成の必要条件である日射の増加と平穏な海況が与えられれば、いつでも現存量は増加し始めるものと推察される。

3.3 植物プランクトン光合成活性

植物プランクトン群集の光合成一光曲線パラメーターを表1に示す。立ち上がり勾配は、表層で $1.02 \sim 4.15 \times 10^{-2} [\text{gC gChla}^{-1} \text{h}^{-1}][\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}]^{-1}$ (以下単位省略) で推移し、亜表層では $1.27 \sim 3.93 \times 10^{-2}$ であり、両層の群集間の差異は小さく、ほぼ同程度の光利用効率を持っていたといえる。これは水柱がよく混合していたことを反映したものと見える。最大光合成速度についてみると表層群集では $3.4 \sim 12.4 \text{ gCgChla}^{-1} \text{h}^{-1}$ (以下単位省略)、亜表層群集で $3.9 \sim 11.8$ と立ち上がり勾配と同様に両層の違いは小さい。

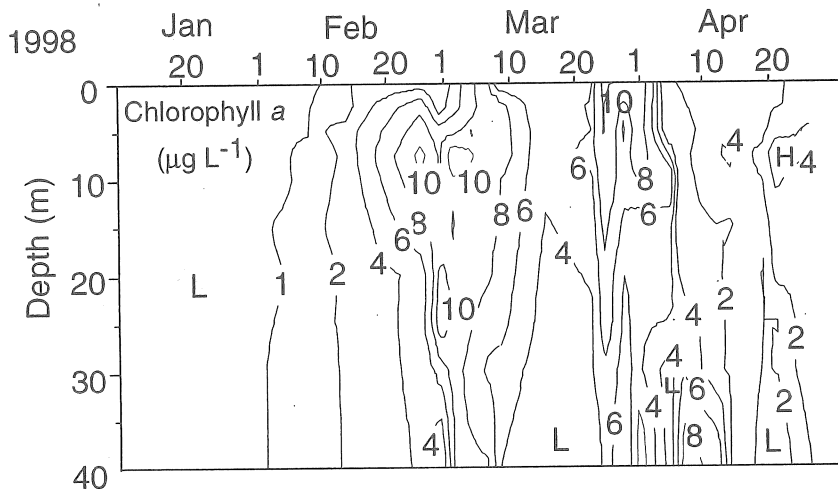


Fig. 4. Vertical profile of chlorophyll a ($\mu\text{g L}^{-1}$) as determined by fluorometry [8].

Table 1 List of parameters of photosynthesis-irradiance curves in phytoplankton.

Date	1 m				7.5 m			
	Ps	Pmax	a (x100)	b (x1000)	Ps	Pmax	a (x100)	b (x1000)
February 10	11.2	4.7	1.73	7.2	6.0	4.7	1.65	1.1
February 12	22.3	8.2	3.95	21.2	5.8	4.7	3.24	1.7
February 16	6.0	4.8	2.69	1.6	7.0	4.8	2.59	2.9
February 18	17.7	4.6	1.50	14.4	20.0	4.6	1.32	15.0
February 27	15.4	3.4	1.04	12.3	17.0	5.4	1.79	12.4
March 4	6.8	4.1	1.59	3.0	12.9	4.6	1.86	10.5
March 9	6.1	4.0	2.40	3.3	13.0	4.7	1.98	11.0
March 11	9.4	8.0	3.96	1.4	14.5	9.4	3.74	5.3
March 18	18.3	3.9	1.10	13.7	14.7	4.1	1.27	10.8
March 25	21.6	12.4	3.93	8.1	24.1	11.8	3.93	12.1
March 27	6.1	4.6	2.00	1.6	8.9	4.3	1.39	4.6
March 30	23.4	4.5	1.38	19.8	7.2	3.9	1.52	3.7
April 1	7.0	4.7	1.70	2.2	19.5	5.3	1.68	14.7
April 6	13.1	3.2	1.02	10.3	12.0	5.2	1.94	7.8
April 8	24.4	4.9	1.17	15.9	21.9	4.9	1.40	16.3
April 15	6.2	6.1	4.15	0.1	6.6	5.5	2.82	1.2
April 20	11.4	5.7	1.92	5.7	19.7	4.1	1.22	15.6
April 22	14.0	4.6	1.35	8.8	15.1	3.9	1.14	11.0
April 27	16.9	5.7	1.91	12.0	14.7	5.1	1.93	11.8

Units Ps, Pmax: $\text{gC (gchl } a^{-1} \text{ h}^{-1})$; a, b: $[\text{gC gChla}^{-1} \text{ h}^{-1}][\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$

以上から観測期間を通して両層の群集の光合成活性には大きな違いがなかったといえる。ブルームが形成されなかった2月中旬までとブルーム形成期(表1中太字)では立ち上がり勾配および最大光合成速度ともに有意な差異はなく、ブルームの形成が光合成活性の増加をともなっていないことが明らかとなった。このことは植物プランクトン組成の結果と併せて、2月10日以降、湾内の植物プランクトン群集が海況の好転によりいつでもブルームを形成しうる状態にあったこと、西向き季節風によって駆動される湾内外の海水交換が植物プランクトンの増殖速度よりも低くなると生物量の蓄積、即ちブルームの形成に向かう可能性が高いことを示唆している。

3.4 自然蛍光によるクロロフィルaおよび基礎生産の連続測定

水深7.5 mに吊下した自然蛍光光度計から得たクロロフィルaの経時変化は採水して得たクロロフィルaの変化と良い一致を示した(図4、5)。機器校正における両者の測定値間の決定係数(r^2)は0.73 ($n=29$)であった。

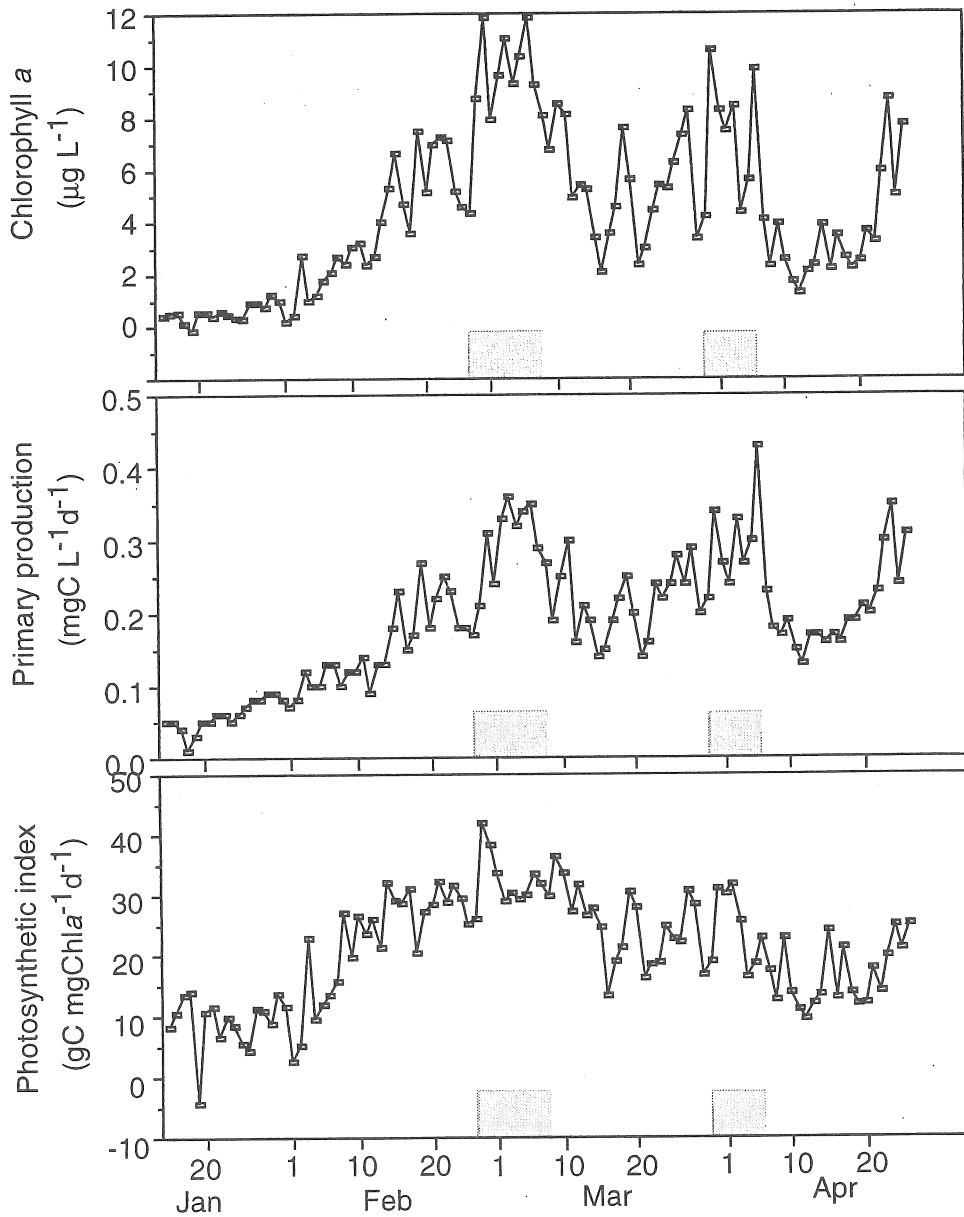


Fig. 5. Temporal variations in chlorophyll *a* (upper), primary production (middle) and photosynthetic index at a 7.5-m depth as derived from natural fluorescence of phytoplankton populations. Shaded bars depict phytoplankton blooming periods.

日間基礎生産の経時変動はクロロフィル *a* のそれに連動しており、観測開始時から徐々に増加し、両ブルーム時に極大を示した(図5)。ブルーム期には $0.3 \text{mgC L}^{-1} \text{d}^{-1}$ をこえる高い有機物生産があった。

光合成指数,すなわち単位クロロフィルaあたりの基礎生産は一月からブルームに向かって徐々に増加したことから(図5)、上記の生産の増加はクロロフィルa現存量と光合成指数の両者の増加を反映したものと見える。1月については光合成-光曲線を測定できなかったが、光合成活性が観測器間を通して大きく変化しなかったこと(表1)、日間日射量の変化と光合成指数の増加との間に高い相関が認められることから、1回目のブルームに向けた光合成指数の増加は光合成活性自体の変化よりは春に向けた日射量の増加を反映したものと考えられる。2回目のブルーム時には光合成指数は極大を示さず、両ブルームの形成過程が異なる可能性を示唆した。これについては、湾内外の海水交換の解析および栄養塩類の分析を待ちたい。現在、試料の分析が完了していないが、水中分光放射計による光合成有効放射の波長組成と植物プランクトン光吸収の結果を使って光-生物学的基礎生産推定法[9]による結果との突き合わせを行い、今回得た自然蛍光による結果を評価する予定である。

3.5 ワカメの成長

ワカメの成長実験からえた比増殖速度、ここでは湿重量の比増加速度は $0.019\sim 0.102\text{ d}^{-1}$ であり、成長に伴って徐々に減少した(図6)。今後、採集したワカメの炭素、窒素、リン含量の分析を行い、炭素ベースでの増殖速度を求め、さらにワカメによるこれらの元素の取り込み速度を明らかにする予定である。

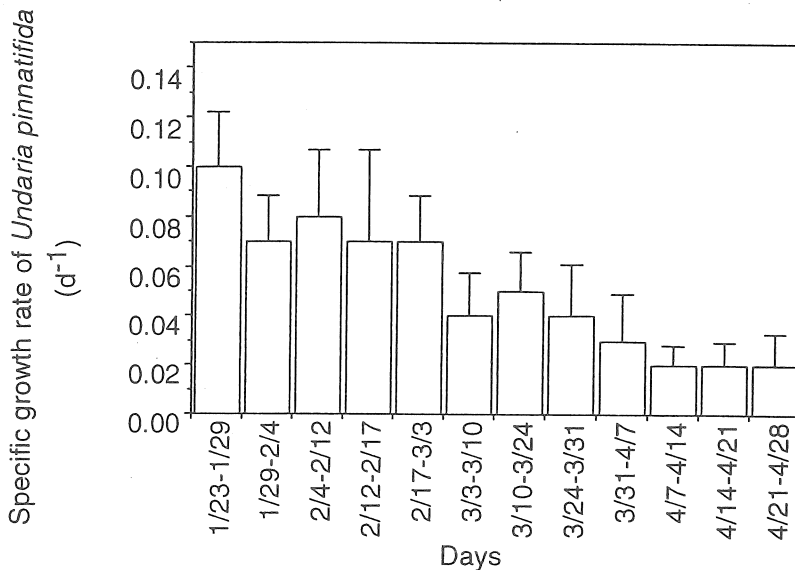


Fig. 6. Specific growth rates of *Undaria pinnatifida* based on temporal changes in wet weight of the algae.

4. 今後の課題

本研究は、自然蛍光を用いて植物プランクトン春季ブルーム期の基礎生産の経時変化をはじめとらえたものであり、この手法の有効性を示すことができた意義は大きい。一方、冒頭に記したように野外観測を1998年1月から4月に行ったものであるため、試料の分析やデータの解析がまだ途中であり、本研究の成果全体を把握するには至っていない。現在、栄養塩類の分析を最優先にして作業を進めている。湾内外の海水交換は測流からモニターできたので、自然蛍光による基礎生産量と栄養塩類の濃度を物理-生態系モデルに適用することにより[4]、時々刻々の栄養塩類と植物プランクトン生物量の流入が追跡できる。それを時間積分することにより植物プランクトン群集が湾内で消費した栄養塩類の総量を見積もる予定である。

一方、大槌湾内では年間約1000トンの養殖ワカメが水揚げされるが、それらの成長は本研究で得た成長曲線から再現することが可能である。湾内で生産されるワカメ量は漁業協同組合の集計結果からえられるので、湾内で養殖ワカメが消費した栄養塩の総量を見積もることが可能である。これに加えて、天然の海藻群集についても大槌湾の既往知見から推定し、1月から4月にかけて、年間で最も基礎生産量の高い時期に栄養塩類が有機物生産者にどのように分配されるかを解明する。これらの一連の解析により、大槌湾におけるワカメ養殖の適正規模を策定することが可能になる。こうした養殖規模の推定手法のこころみはこれまでになく、沿岸域の有効利用に寄与するものと考えられる。

今後、基礎生産者の次の段階として植食者を考慮して、天然の生物群集と、経済活動によって養殖される水族とが沿岸域でどの程度共存して生息しうのか、すなわち環境収容力を、食物連鎖の各段階をたどりながらボトムアップ的に評価することが必要である。

5. 文献

1. Furuya, K., K. Takahashi & H. Iizumi (1993) *J. Oceanogr.*, 49: 459-475.
2. 飯泉 仁・古谷 研・竹内一郎・巒田邦夫・多田敦子・川口弘一 (1990) 大槌臨海研究センター報告、16、63-65.
3. 古谷 研 (1997) 海洋、号外12、90-94.
4. Kawamiya, M., M. Kishi, K. Ahmed & T. Sugimoto (1996) *Cont. Shelf Res.*, 16: 1683-1698.
5. Furuya, K., M. Hayashi & Y. Yabushita (1998) *J. Oceanogr.*, 54: 199-203.
6. Platt, T., C.L. Gallegos & W.G. Harrison (1980) *J. Mar. Res.*, 38: 687-701.
7. Chamberlin, W.S., C.R. Booth, D.A. Kiefer, J.H. Morrow & R.C. Murphy (1990) *Deep-Sea Res.*, 37: 951-973.
8. Suzuki, R. & T. Ishimaru (1990) *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 46: 190-094.
9. Morrel, A. (1991) *Prog. Oceanogr.*, 26, 263-306.

Evaluations of Nutrient Dynamics and Carrying Capacity in Coastal Waters

Ken Furuya¹⁾, Michio Kishi²⁾, Hiroataka Otobe³⁾ and Teruhisa Komatsu³⁾

1) Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo

2) Faculty of Fisheries, Hokkaido University

3) Ocean Research Institute, University of Tokyo

Summary

As a part of a research program on sustainable exploitation of biological productivity in coastal waters, primary productivity of both phytoplankton populations and cultivated wakame, *Undaria pinnatifida* was investigated in Otsuchi Bay, a ria in the Pacific coast of the northern Honshu, Japan from mid January to late April 1998. The seaweed was intensively cultivated during the study period in the Pacific coast, and competitive for nutrient salts with phytoplankton.

The ria was characterized by an intense exchange of sea waters between inside and outside the bay: outflow of near-surface water over inflow of oceanic water at depth. This circulation was driven by seasonal westerly wind, and controlled formation of spring bloom of phytoplankton: a calm weather with less active circulation allowed accumulation of phytoplankton biomass. Phytoplankton population of the bay water was composed consistently by bloom-forming diatoms, mainly *Chaetoceros* and *Thalassiosira* species throughout the investigation period. Parameters for photosynthesis-irradiance curves indicated the population was photosynthetically active from mid February to late April. These observations suggest net growth of phytoplankton was expected and potentially blooms could be formed once the wind-driven circulation became weakened. This inference was confirmed by observations with a high temporal resolution using moored current meters and optical sensor for natural fluorescence. Photosynthetic index derived bio-optically from natural fluorescence showed the spring bloom was not necessarily associated with an elevation of photosynthetic activity, and the water exchange was more important factor.

Growth of wakame was also examined in order to estimate amount of nutrient salts consumed by this species. Amount of nutrient salts used by phytoplankton will be also evaluated by a physical-biological model to understand dynamics of nutrient salts in the bay.