緑藻アオサ場の季節的消長

大野正夫*

(昭和 62 年 8 月 18 日受理)

Seasonal Changes of the Growth of Green Algae, *Ulva* sp. in Tosa Bay, Southern Japan

Masao OHNO

*Uta Marine Biological Institute, Kochi University,
Uta-Inoshiri, Kochi-ken 781-11*

(Received August 18, 1987)

Luxuriant growth of Ulvaceae covering a large area was observed in the lower intertidal and sub-tidal zone on a sander of Uranouchi Inlet, Tosa Bay, southern Japan. Water temperature in the survey area was 15.0–15.9°C in February and attained 29.8°C during summer season. Chlorinity ranged 17–18‰ during autumn to spring and became lower during rainy season to summer. The concentration of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ ranged 0.07–4.9 $\mu\text{g at./l}$, 0.01–0.40 $\mu\text{g at./l}$ and 0.07–0.49 $\mu\text{g at./l}$ respectively during survey period in 1981. Phosphate-phosphorus was 0.3–2.6 $\mu\text{g at./l}$ for the same period.

The *Ulva* bed was found vertically between –2.0~1.4 m D.L. and 100~200 m horizontally across the sander. Fronds of *Ulva* sp. on the *Ulva* bed appeared to be growing from May and attained a mean height of 50 cm in July. Maximum biomass of the *Ulva* bed was 980 g w.w./m² in mid August, with a distinct decrease starting from November.

In the transplant experiments, the optimum depth for maximum growth was within one meter below the surface. The frond area of *Ulva* in the surface layer was 6.8 times that of the initial after 7 days. Fruiting fronds were observed to appear from May to December, but there were many fruiting fronds on the bed during the period from October to November.

緑藻アオサ属の仲間は、海藻類のなかでも最も広汎に分布し、各地の内湾の岩礁帯あるいは、岸壁などに良くみられる。従来内湾域に多く繁茂している種類は、葉体に穴のあくアナアオサ、縦にさけるリボンアオサ、葉体が網の目ようになるアミアオサの3種が知られているが、近年形態的にこの3種のどれにもうまく合致しないアオサ属の葉体がみられ、ARASAKI (1984) は外来種としている。この仲間は、上記の3種よりも大型になり、葉厚は比較的薄い。またこれらの仲間は、富栄養化した内湾域に異常繁茂とも言えるほどに広がり、陸のセイタカアワダチソウのような存在になっている。この葉体は砂州の貝殻や小石に固着して生長し、大きくなるにつれ、浮遊した状態でも生育でき、砂州を絨毯のように被いつくす時もある。このアオサ類は種名がはっきりしないた

めに、生理生態的な研究もあまり行われていない。本報では砂州に繁茂するこのアオサ（以後この仲間をアオサと呼ぶ）について周年にわたり調査を行なったので報告する。

調査方法

高知県中央部に位置する浦の内湾は、湾口部に天皇州と呼ばれる広大な砂州がある。調査は、定点において、1978年度と1981年度に隔週ごとに月2回行なわれた。調査方法は繁茂域の上限から下限まで数個以上のコードラード (50 cm×50 cm) による採集が行なわれた。

採集された葉体は湿重量を測定した後に、仮根部のある、先端部の切れていない正常な葉体を30個体選び、葉長の測定を行なった。

環境要因として、水温、塩素量、栄養塩 ($\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$) が測定された。栄養塩の測定方

* 高知大学海洋生物教育研究センター

法は「海洋観測指針」に従って行なわれた。アオサの成熟周期については、1978 年度に、採集された葉体 10 個体を 1 個体ずつバットに入れて培養し胞子放出個体率を求めた。実験個体は、2~5 日ごとに新しい個体と交換した。アオサの生長実験は、1981 年度に行なわれたが、砂州に生育する個体を用い、季節毎に 6 回行なった。実験方法は 25 cm 枠をテグス網で被い、ほとんど光や水流の影響を内部に与えないように管理した。実験材料は、5 cm×5 cm の正方形に切り、それぞれの実験には、10 個体ずつ籠に入れた。試料の入った籠は浮台に垂下され、1 週間培養が続けられた。生長速度は、葉面積の増大で求めた。

結果と考察

浦の内湾は、湾口が狭く湾奥部まで約 12 km ある沈降性湾である。湾中央ではハマチ養殖が行なわれており、湾内の水質環境に大きな変化を与えてきた。水温は Fig. 1 に示すように冬期 15.0~15.9°C を前後し、3 月下旬から上昇がみられ 5 月中旬に 20°C、7 月から 8 月には 28.0~29.8°C となった。9 月に入ると水温は降下し 10 月には再び 20°C となった。塩素量は、湾内に大きな河川がないために、降雨時に一時的に低下することもあるが、周年を通して 17~18‰ の間を変動していた (Fig. 1)。冬期は 19‰ 以上になる場合もあった。

Fig. 1. Seasonal changes in temperature and chlorinity on the *Ulva* bed in Uranouchi Inlet, Tosa Bay. ○: 1978, ●: 1981.

Fig. 2. Seasonal changes in nitrogen and phosphorus in waters at *Ulva* bed, Tosa Bay in 1981.

栄養塩の周年の値は、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は 0.07~0.48 $\mu\text{g at./l}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は 0.01~0.04 $\mu\text{g at./l}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は 0.7~4.9 $\mu\text{g at./l}$ であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は 0.3~2.6 $\mu\text{g at./l}$ と内湾としてもかなり高い値であった (Fig. 2)。これは湾内中央部で行われているハマチ養殖が原因であると推察された。

浦の内湾にみられるアオサ場 (砂州にみられるアオサ群落) は、平坦な砂地の潮間帯中部から潮下帯にかけて水平的に 150~200 m にわたってみられた。垂直的な生育層について、1981 年に坪刈りにより周年にわたって調べてみると、アオサの繁茂は、標準海面 (D.L.) から、-2.0 m、上方 +1.4 m の幅にみられた (Fig. 3)。またアオサの生育層は夏期には比較的下方にみられ、秋になるにつれて、上方の方が生育が良い傾向がみられた。このような垂直的な生育層の制限要因は、干出と光条件であるように思われた。夏期は日中の干出幅が大きく (水平的に広く)、秋から冬にかけては小さい。またアオサ場付近の透明度は 1.5~3.0 m ほどであり、生育層の下限の水深とほぼ一致していた。

2 回にわたるアオサ場の現存量 (Biomass) の周年調査を Fig. 4 に示す。アオサの現存量の値は、調査年度によりかなり差異が認められたが、季節的な現存量の変動は

Fig. 3. Seasonal changes in biomass (wet weight of frond, g w.w./m²) at each depth on the *Ulva* bed in Uranouchi Inlet, Tosa Bay.

Fig. 4. Seasonal changes in mean biomass (wet weight of frond, gw.w./m²) of the *Ulva* bed in Uranouchi Inlet, Tosa Bay.

ターンは、今回の調査では似た傾向がみられた。アオサは1~2月までは、砂地にパッチ状の繁茂がみられたが、3月から急激に減少してゆき、4月には砂州から葉体が消失した。葉体の激減の大きな要因は、アメフラシの繁殖により、彼等の旺盛な摂餌によると考えられた。毎年この季節にアメフラシの大增殖が繰返されている。6月に入るとアオサが再び砂州に出現しはじめ、7月から8月に砂州を覆うように繁茂し、1978年8月下旬に970 g w.w./m²、1981年の8月中旬に900 g w.w./m²の最大の現存量を示した。この時期は周辺の岩礁帯には、ほとんど海藻の繁茂がみられず夏枯れの状態である。アオサがこのような夏期に最も繁茂することは、生理生態的な方面からも興味ある現象である。アオサの繁茂密度は、水深や基盤の状態によってかなり差異があるが、遠方から

のアオサ場の景観は、ほぼ一様にみえる。このような状態は12月頃まで続き、500~900 g w.w./m²の現存量を維持していた。

山口湾のアオサ場の現存量は、7月、11月の繁茂期には、疎生区で240 g w.w./m²、密生区で550 g w.w./m²、濃生区で3,550 g w.w./m²となっていた(南西水研1978)。今回の調査で夏期には360~980 g w.w./m²であり、山口湾の調査での密生区とほぼ一致していた。これらの結果から一般にアオサ場と言われる程度の群落が形成されているところは、現存量として200~500 g w.w./m²のところであろう。

アオサの形態・葉長は季節的に変化し、4月下旬、葉体がみえはじめた頃は、円形の葉体が多いが、生長とともに長方形になるものが多くなる。葉長はFig. 5に示すように初夏から7月頃に急に伸び8月下旬には平均40 cm以上、10月中旬には平均56.2 cmと最大葉長に達した。

Fig. 5. Mean length and standard deviation of the fronds of *Ulva* sp. on the *Ulva* bed in Uranouchi Inlet, Tosa Bay.

葉体の個体差は著しく、最も長い個体は161 cmであり、1 m以上のものもかなりあった。成体になった葉体の形態は、円形から長方形、あるいは縦にさけてヤツデ形になったものまで、変化が著しかったが比較的長方形のものが多かった。

アオサの生長速度は、季節的にも生育水深によっても、かなりの差がみられた。季節的に、表層水中で7日間培養を行なった結果をFig. 6に示す。4月と8月の実験結果では1週間後にそれぞれ葉面積で5.8, 5.5倍の増加を示した。11月、12月、1月では1週間後に1.6,

Fig. 6. Growth rates of *Ulva* sp. cultured in surface layer of Uranouchi Inlet, Tosa Bay at different seasons. ○: April, ●: May, □: August, ■: November, △: December and ▲: January.

Fig. 7. Growth rate of *Ulva* sp. cultured in different depths of Uranouchi Inlet Tosa Bay, August, 1981. ●: initial day, ○: after one day, ▲: after two days, △: after five days and □: after seven days.

1.8, 1.9 倍, 5 月では 2.7 倍と低い葉面積の増加であった。5 月の培養期間中は雨天の日が続いたために、日射量の影響があったと思われる。

8 月に行なった水深別のアオサの生長実験で、アオサの生長速度は、Fig. 7 に示すように、表層から 1 cm 層まで、5.6, 3.5 倍の葉面積の増加をみたが、3 m, 4 m 層では生長は著しく遅くなる傾向がみられた。これは前述された砂州でのアオサ場の水深と比較すると興味のある結果であった。

アオサの生長が速いということは、注目されており、新村・武田 (1977) は鹿児島湾で、野外条件下で日間生長率を測定した。その結果、0.7~8.1 という値を報告している。この値は今回の値とほぼ一致していた。また東北地方の大槌湾で、8 月に野外で同様の実験を行ない日間

生長率 0.2~0.3 という値が得られた (大野・パンディ 1983)。大槌湾は水温が 15°C 以下であり、アオサの生長には水温条件がかなり影響するのではないかと推察された。

1985 年には、三河湾一色干潟のアオサ場を航空機からのマルチスペクトルスキャナーとボートからの観察により、現存量の変化から生長速度が測定された (MATSUKAWA & UMEBAYASHI, 1987)。現存量の変化から求められた日間生長率は、0.07 であった。これはアオサの流出、枯死を考慮し、水深、干出や光条件を考えると、現場における正味の値としては妥当であるとされている。今後生長と流出等物質収支の研究が行なわれる必要がある。

アオサの成熟は、アオサ場の衰退にも関連するので、

Fig. 8. Daily changes in relative number (%) of fronds liberating spores on *Ulva* sp. during the period from May to December, 1978.

1978年に観察が行なわれた。アオサの成熟は、葉体の周辺部に起こり、胞子放出とともに、その部分が消失してゆく。1回の胞子放出で、葉体の面積が半減することも多かった。今回の観察で、Fig. 8に示すようにアオサの生長期、繁茂期には成熟個体はきわめて少なかったが、10月から12月にかけて多くの個体で成熟現象がみられた。アナアオサの成熟には、月令リズムがあることが知られているが (OKUDA, 1984), 浦の内湾に繁茂するアオサは、あまりはっきりとした成熟リズムはみられなかった。これは砂州に生育するアオサの生態的な現象か、種類による特性であるのか、今後詳しい検討が必要であろう。

以上のような結果から砂州に繁茂するアオサは、他の海藻にみられない生理・生態的な特性があり、また日本沿岸で多くみられているアナアオサの成熟リズムなどとは、差異が認められることにも興味を持たれた。筆者はこのアオサは亜熱帯海域や暖海域からの移入海藻ではないかと調査を進めているが、さらに詳細な分類学的検討が必要であろう。

本報の調査は、かつて学生であった田尻純二、笠山茂行両君に負うところが多い。ここに謝意を表わします。

要 約

高知県浦の内湾のアオサ場で生態的な調査が周年にわたって行なわれ、つぎのような結果が得られた。

1) アオサ群落は垂直的に、標準海面 (D.L.) から $-2.0 \sim +1.4 \text{ m}$ の範囲にみられた。

2) アオサの繁茂期は夏期であり、8月に 970 g w.w./m^2 の最大現存量を示した。

3) アオサの葉長は、平均葉長で最も高い値は10月中旬に 56.2 cm であった。

4) アオサの生長速度は、1週間の培養で $1.8 \sim 6.8$ 倍と変化がみられた。

5) 成熟現象は10月から12月に多く、はっきりとした月令リズムはみられなかった。

文 献

ARASAKI, S. (1984). A new aspect of *Ulva* vegetation along the Japanese coast. *Hydrobiologia*, **116/117**, 229-232.

MATSUKAWA, Y. & O. UMEBAYASHI (1987). Standing crop and growth rate of *Ulva pertusa* on an intertidal flat. *Nippon Suisan Gakkaishi* **53**(7), 1167-1171.

南西海区水産研究所 (1978). アオサ場・沿岸海域藻場調査. 藻場環境生態調査報告書 (1), 45-53.

大野正夫・パンディ (1983). 大槌湾の緑藻アオサ類の生態, 大槌臨海センター報告, **9**, 13-16.

OKUDA, T. (1984). Reproduction of *Ulva* algae, with special reference to the periodic fruiting. III. six-day periodicity in the fruiting of *Ulva perutusa* on the Noto Peninsula. *J. Fac. Kyushu Univ.* **29**, 157-165.

新村 巖・武田健二 (1977). 出光干拓地先におけるアナアオサの生育試験. 鹿児島水試事業報告, 生物部編 (昭和52年度), 3-13.