

## 逗子海岸におけるアナアオサの成熟周期および季節的消長\*

中島 洋

神奈川県立橋本高等学校

### On the maturation cycle and seasonal succession of *Ulva pertusa* on Zushi beach

Hiroshi NAKAZIMA

KANAGAWA PREFECTURAL HASHIMOTO HIGH SCHOOL

#### はじめに

アナアオサ (*Ulva pertusa* KJELM) は同型の配偶体 (核相  $n$ ) と孢子体 (核相  $2n$ ) とが交互に交代する同型世代交代型生活史をもつ。このアナアオサの成熟過程、遊走細胞形成・放出・配偶子の成熟などの観察・実験を高等学校生物の授業で実施することができれば、高い教育効果が期待できる。

千原ら<sup>2)</sup>は、アナアオサが①日本各地の沿岸の潮間帯下部の岩上に生育する最も採集しやすい海藻の一つであること、②遊走子や配偶子の放出は数分から数十分で、配偶子の接合から接合子の形成まで約10分で起こること、③その接合子は静置培養 (PES培地使用) により3ヶ月で、葉長数cmの孢子体に生長して成熟する、と述べている。このことは、成熟個体の採集さえできれば、高等学校でも50分間の授業時間内に配偶子の接合を観察できることを示している。しかし、アナアオサの成熟個体がいつ採集できるか明白ではないので、授業への導入が進んでいないのが現状である。

アナアオサの成熟現象には、地域による差はあるものの、周期性があることが認められている。大野ら<sup>3)</sup>は、横須賀においては4~8月にかけての大潮の前後数日間、奥田<sup>4)</sup>は北九州と岡山においては小

潮の前後に成熟現象が観察されたことを報告している。両者の間には、大潮と小潮という時期のずれはあるが、ともに潮汐の周期に合わせて2週間ごとに成熟することを観察している。

高橋・中島<sup>8)</sup>は、アナアオサの成熟個体の採集に適する時期を明らかにするため、相模の湾逗子海岸においてアナアオサの成熟周期と季節的消長に関する調査を行った。その結果、秋から冬の観察では、①ほとんどの個体の成熟が同調して起こり、その周期が3~5日であること、②孢子体の占める割合が高いこと、などが明らかになった。

著者は同じ目的で、逗子海岸において最も個体群密度が高く、配偶体の占める割合も高くなる春から夏にかけての調査を行った。その結果、①孢子体・配偶体ともにほとんどの個体が同調して成熟し、その成熟が小潮時に集中していること、②春から夏にかけては配偶体の占める割合が高いこと、などがわかったので報告する。

#### 材料と方法

##### 1) 調査地と材料

調査は5月から7月まで、逗子海岸にあるホトトギス碑周辺の海岸で行った。この時期には干潮時に露出する岩の上にアナアオサが高い密度で生育している。葉長10~20cm程度の個体が多いが、中には30cm以上に達するものまであり、手で容易に摘み取ることができる。また、自然に岩から離れて漂流して

1989年6月10日受理。

\* 本研究は昭和62年度文部省科学研究補助金により行った。

いるものもあるから、満潮時にも海に入らずに手網で採集することも可能である。これら両方の個体を材料とした。

## 2) 調査方法

胞子体と配偶体の判別は、放出された遊走細胞の鞭毛数を調べることによって行った。遊走細胞は、成熟個体の辺縁部（以下、成熟部と呼ぶ）の体細胞内に形成される。成熟部は数～数十mmの幅で黄緑～黄褐色に変わるので、調査個体が成熟しているかどうかは肉眼で容易に識別できる。成熟した個体が現れた場合は、成熟部を一部切り取り、フィルムケースに入れて海水を入れずに持ち帰った。その日のうちに実験室に持ち帰ったフィルムケースの中に海水を注いで窓際の明所に置き、成熟部からの遊走細胞の放出を待った。泳ぎ出した遊走細胞は正の走行性を示し、水面に高密度で集まるので、これをピペットでスライドガラスにとり、ホルマリン蒸気で5～7秒間固定した。その直後に検鏡して、遊走細胞が配偶子（2本鞭毛）であるか、遊走子（4本鞭毛）であるかを確認した。冷蔵庫に保存し、翌日この判定を行った場合もある。

5月28日、漂流しているアナアオサを50個体採集し、1個体ごとに12×20cmの網に入れて番号を付けた（以下、これをネット法と呼ぶ）。その後、6月14日までの18日間、毎日早朝（4：00～6：00）調査に行き、そのつど各個体の辺縁部の状態を観察して、個体の状態を成熟前、成熟開始、成熟、放出後4段階に分けて記録した。

7月3日、潮だまりの岩に着生しているアナアオサを50個体選び、その横の岩盤に1個体ごとにそれぞれステンレス製の釘で番号札を打ち込んだ（以下、これを着生法と呼ぶ）。その後、7月14日までの12日間、毎日早朝（4：00～6：00）調査に行き、そのつど各個体の辺縁部の状態を肉眼で観察して、個体の状態を成熟前、成熟開始、成熟、放出後の4段階に分けて記録した。干潮時以外は、潜水による

観察を行った。

## 結 果

### 1) 胞子体と配偶体の割合

5月28日～6月14日の間に、ネット法で調査した94個体について判定した結果、57個体(60.6%)が配偶体、残りの37個体(39.4%)が胞子体であった。また、7月3日～7月14日の間に着生法で調査した46個体にネット法による26個体を加えて、計72個体について判定した結果、43個体(59.7%)が配偶体、残りの29個体(40.3%)が胞子体であった（第1表）。

### 2) ネット法による成熟周期の調査結果

5月28日～6月14日では、この間に数回にわたり大半の個体が同調的に成熟と遊走細胞の放出を繰り返した。このような成熟、遊走細胞の放出は、小潮、中潮、大潮いずれの時期にも起こったが、とくに小潮時に多く生じる傾向が見られた。また、小潮時に成熟したアナアオサは遊走細胞を放出した後、再びすぐに成熟を開始して、その翌日あるいは翌翌日にはまた成熟部を形成している場合がしばしば観察された（第2表）。

両世代を比べると、胞子体の方が配偶体よりも1～2日早く成熟する傾向があった。

### 3) 着生法による成熟周期の調査結果

調査は小潮の時期から始めた。個体識別の作業の都合上、この調査の初日にあたる7月3日だけは干潮時を選び、午後3時に調査を行った。この時刻に調査地のアナアオサは、大半の個体の辺縁部が透明となっており、はぼ一斉に遊走細胞を放出したことを示していた。これらの中から50個体を選び、各個体の横の岩に番号標識を付けた。翌、7月4日から観察時刻は早朝（4：00～6：00）である。7月5日までに4個体が流出していたが、当日残る46個体は全て成熟していた。7月6日には全個体が成熟前

第1表 配偶体と胞子体の割合。

調 査 期 間	配 偶 体		胞 子 体		合 計	
	個体数	割合 (%)	個体数	割合 (%)	個体数	割合 (%)
1986年7月22日～7月24日	39	47.6	43	52.4	82	100.0
1987年5月28日～6月12日	57	60.6	37	39.4	94	100.0
7月3日～7月14日	43	59.7	29	40.3	72	100.0

第2表 成熟周期 (ネット法).

調査日	胞子体					配偶体					最低潮位 (cm)
	-	△	○	×	計	-	△	○	×	計	
5月28日	17	0	0	0	17	18	0	0	0	18	10 ●
29日	14	0	3	0	17	18	0	0	0	18	0
30日	9	0	8	0	17	16	0	2	0	18	14
31日	9	0	19	0	28	20	0	4	0	24	19
6月1日	0	0	15	4	19	1	0	18	2	21	25
2日	2	0	2	17	21	5	0	2	22	29	31
3日	1	0	7	2	10	3	0	15	2	20	40
4日	0	0	6	1	7	3	0	16	1	20	49
5日	1	0	9	0	10	1	0	22	0	23	59 ○
6日	5	0	0	5	10	12	0	5	7	24	70
7日	9	0	0	0	9	15	0	7	0	22	64
8日	5	0	5	0	10	8	0	20	0	28	46
9日	0	0	10	0	10	0	0	17	4	21	29
10日	9	0	0	0	9	18	0	0	1	19	13
11日	6	0	3	0	9	13	0	5	0	18	1
12日	0	0	8	0	8	10	0	5	0	15	-6 ○
13日	3	0	1	4	8	11	0	3	1	15	-8
14日	0	0	2	6	8	0	0	3	12	15	-6

- : 成熟前, △ : 成熟開始, ○ : 成熟, × : 放出後.

第3表 成熟周期 (着生法).

調査日	胞子体					配偶体					最低潮位 (cm)
	-	△	○	×	計	-	△	○	×	計	
7月3日	0	0	0	26	26	0	0	0	20	20	51
4日											66 ●
5日	0	0	26	0	26	0	0	20	0	20	70
6日	25	0	0	1	26	17	0	0	3	20	56
7日	0	0	26	0	26	0	0	20	0	20	40
8日	25	0	0	1	26	16	0	0	0	16	24
9日	26	0	0	0	26	16	0	0	0	16	9
10日											-3 ○
11日	24	1	0	0	25	16	0	0	0	16	-10
12日	2	2	16	0	20	0	1	9	0	10	-11
13日	0	0	20	0	20	0	0	10	0	10	-6
14日	0	0	0	20	20	0	0	0	10	10	6

7月4日と10日は海況の悪化のため、観察ができなかった。

- : 成熟前, △ : 成熟開始, ○ : 成熟, × : 放出後.

の状態にあり、遊走細胞を放出した後であることを示していた。7月7日には、また46個体全てが成熟していた。7月7日は午後5時にもう一度観察したところ、全ての個体の辺縁部が透明になって、放出後の状態にあった。ここまでの5日間の調査で、アナアオサは7月3日、5日、7日と1日おきに成熟したことが確認された。しかし、続く7月8日、9

日、11日には成熟個体は全く見られなかった。7月12日までに、さらに12個体が流失していたが、当日残る30個体のうち、成熟開始個体と成熟個体を併せて28個体が観察された。7月13日には、全個体が成熟しており、7月14日にはそれらが皆放出後の状態になっていた(第3表)。

世代間の比較では、胞子体、配偶体ともほぼ同時

に成熟し、両者の間には差はなかった。

## 考 察

### 1) 成熟周期

高橋ら<sup>8)</sup>は、逗子海岸での秋～冬におけるアナアオサの成熟が潮汐の周期とは無関係に3～5日の周期でほぼ同調的に生じたことを報じている。しかし、今回の調査では、アナアオサの成熟と潮汐の周期との間に相関が見られた。すなわち、小潮時を中心にして遊走細胞の形成・放出を、1～2日の短い周期で繰り返すことが判明した。

奥田<sup>4)</sup>は、5～6月の北九州と岡山でアナアオサがいずれも小潮の前後に成熟し、2週間ごとに成熟を繰り返すことを報告している。一方、大野ら<sup>3)</sup>は、4～8月の横須賀では、2週間周期で大潮の前後数日間に成熟すると報じている。本調査により、5～7月の相模湾逗子海岸におけるアナアオサは、北九州・岡山産のタイプに属していると考えられる。しかしながら、大潮や中潮のころにも一斉に成熟することがあり、アナアオサの成熟周期は小潮時に限られると断定することは難しい。

奥田ら<sup>6)</sup>は北九州で個体識別を取り入れた調査を行った結果、同一個体が小潮時に3～4回にわたって、連日または1～2日おきに成熟し、遊走細胞の放出を繰り返すことを観察している。本調査では、着生法によっても7月3日、5日、7日、13日に大多数の個体が一斉に成熟したことから、網の中だけでなく自然の条件で、しかも同一個体が小潮で何度か成熟した後、大潮でも成熟することが明らかになった。

### 2) 季節的消長

1986年7月22日～24日の予備調査では、82個体のうち配偶体39個体(46.7%)、孢子体43個体(52.4%)であった。今回の調査でも春から夏にかけては、約6割が配偶体、約4割が孢子体という結果であった。高橋ら<sup>8)</sup>によると、冬の逗子海岸におけるアナアオサはほとんどが孢子体である。したがって、逗子海岸におけるアナアオサの配偶体の割合は、春から夏に高くなって5～6割に達するが、その後、秋から冬にかけて低下し、ほとんど得られなくなる。このように配偶体の出現には季節的消長が存在することが明らかとなった。

### 3) 調査方法の検討

ネット法の長所は、①海況、潮汐などの自然条件とは無関係に、いつでも観察ができること、②個体識別が容易であること、③流出が起らないこと、などである。しかし短所として、①網の接触刺激による成長阻害が起りうること、②干潮時に干出することがあって悪条件にさらされること、などが考えられる。

そこで、著者は自然条件のまま個体ごとの成熟周期を調査するために着生法を考案した。着生法の長所は、①個体識別が容易であること、②調査個体への人為的影響が少ないことである。短所としては、①干潮時以外は潜水して調査を行わねばならず、海況の悪化により調査を中断しなくてはならないこと、②流出する個体が少なくないこと、などがあげられる。奥田ら<sup>6)</sup>が用いたビニールチューブによる着生法では、波浪またはアメフラシによる被食が原因で、2日以内に約18%の個体が流出している。本調査でも11日間に流出したものは40%の上った。

ネット法を用いても、いわゆる夜潮が続く秋から冬にかけては干潮時に調査個体が受ける損傷は少ない。1986年11月に行った予備調査では、ネット法で同一個体を1ヶ月以上にわたって観察することができた。春から夏にかけては逆に、昼間に潮位が大きく下がる。したがって、調査個体はほかの漂流している個体と同時に、岩上に打ち上げられて、干潮時には炎天下にさらされることがある。そのため、今回の調査でも調査個体が1日で全滅することがあった。これらのことから、アナアオサの生長、成熟を継続的に調査する目的でネット法を用いることのできる季節は、秋から冬に限定した方がよいと思われる。しかし、ネット法でも成熟は確実に起こるので、配偶体、孢子体の判定は可能である。また、成熟したアナアオサを教材として使う目的で、成熟を待つ間のいけすがわりにネット法を用いるならば何ら問題はなく、むしろ安全で実用的な方法であると考えられる。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり九州大学農学部の奥田武男先生、東京水産大学の千葉英雄先生、神奈川県立教育センターの高橋節郎先生にはそれぞれの立場か

ら貴重な助言やご指導をいただいた。ここに感謝する次第である。

摘 要

相模湾の逗子海岸に生育するアナアオサは春～夏において、①高い密度で生育している、②配偶体および孢子体はいずれもほぼ同じ割合で生育している、③大多数の個体が小潮時を中心にして同調的に成熟を繰り返している。以上のことが今回の調査で明らかになった。

引 用 文 献

- 1) 新崎盛敏. 1946. アオサ科及びヒトエグサ科植物の孢子の発芽について. 生物, 1, 5-6, 281-287.
- 2) 千原・西沢編. 1979. 藻類研究法. 99-103, 共立出版.
- 3) Ohno M. and S. Arasaki. 1967. Physiological studies on the development of the green alga—*Ulva peltusa*. (1). Effect of temperature and light on the development of early stage. Rec. Oceanogr. Work. Japan, 9, 129-138.
- 4) Okuda T. 1975. Reproduction of Ulvaceous Algae with special reference to the Periodic fruiting II. Fruiting of *Ulva peltusa* during the neap tides in Okayama. J. Fac. Arg., Kyushu Univ., 19, 149-157.
- 5) ———. 1984. Reproduction of Ulvaceous Algae with special reference to the Periodic fruiting III. Six day periodicity in the fruiting of *Ulva peltusa* on the Noto Penin sula. J. Fac. Arg., Kyushu Univ., 29(2·3), 157-165.
- 6) ———. 1987. Reproduction of Ulvaceous Algae with special referenceto the Periodic fruitingIV. Fruiting on successive days and growth rate of *Ulva peltusa*. J. Fac. Arg., Kyushu Univ., 32(1·2), 66-77.
- 7) Sawada T. 1974. Reproduction of Ulvaceous Algae with special reference to the Periodic fruiting I. Similuner rithmicity of *Ulva peltusa* in northan Kyushu. J. Fac. Arg., Kyushu Univ., 18, 81-88.
- 8) 高橋節郎・中島洋. 1987. アナアオサの教材科に関する基礎的研究. 神奈川県立教育センター研究集録. 7, 37-40.