

学術論文

海岸保全施設の整備と希少生物の保全，ナメクジウオを例として

上野信平・秋山信彦（東海大学海洋学部）・境 道男・長嶋佳孝・佐々木元（静岡河川工事）
石田一弥・落合一男（（株）スルガコンサル）・社家間太郎（（株）東海アクアノーツ）

海岸保全施設の整備と希少生物の保全，ナメクジウオを例として

上野信平・秋山信彦（東海大学海洋学部）・境 道男・長嶋佳孝・佐々木元（静岡河川工事）
石田一弥・落合一男（（株）スルガコンサル）・社家間太郎（（株）東海アクアノーツ）

1) はじめに

戦後の高度成長期の急速な開発により，日本各地で自然が失われてきた。その反動もあって最近では，自然環境への関心の高まりと生物多様性の保全の面から自然環境の保護，保全の動きが盛んである。藤前干潟や谷津干潟の埋め立て中止のように，自然環境の保全や希少種の出現により開発事業も中止されたり，移転や見直し等の制約を受けるようになってきている。

ナメクジウオ *Branchiostoma belcheri* (図-1) は脊椎動物の進化を示す生物として注目され，広島県三原市有龍島，愛知県蒲郡市三河大島の潮間帯干潟では生息数が多いことから生息地が天然記念物に指定されている。しかし1960年以降，埋め立てや浚渫等により急速に個体数が減少し現在では潮間帯の個体群は壊滅状態とされている¹⁾。一方，最近の調査により潮下帯での生息が各地で報告され，遠州灘の水深20~30mでは本種の高密度生息が明らかにされている²⁾。しかし，潮下帯個体群に関する報告は乏しく，地点も限定され，潮下帯の個体群も決して安泰とはいえないことから，WWFでは希少/危険²⁾，水産庁では危急と評価されている³⁾。

本研究を実施した蒲原海岸は駿河湾奥部の富士川河口西側に位置し，海底地形が急峻なため台風時の高波浪による大災害がしばしば発生した。そのため，これまでに堤防や消波等の海岸保全施設の整備が進められてきた。このような状況で国土交通省の調査により1997年7月に蒲原海岸有脚式離岸堤の沖合で，ナメクジウオが3個体採取された。蒲原海岸における本種採取の記録は有脚式離岸堤設置以前に実施した1993年6月に遡るが，設置後の2001年でも生息が確認されている。本研究では，蒲原海岸における海岸保全事業と希少生物の共存を図るために，今回はナメクジウオを例として検討することを目的とした。

2. 調査方法

調査は1998年9月，1999年2，7月，2000年9，12月，2001年2，6，7，8月の計9回実施した。調査範囲は有脚式離岸堤を中心とした東西に約2km，水深4~20mである(図-2)。調査範囲に4~8本のラインを



図-1 ナメクジウオ

設定し，調査点は基本的に各ラインの水深4，6，8，10，12，16，20mとした。試料は小型のSM型採泥器（ハンド・マッキン採集面積0.05m²）を用い，1地点で3回，潜水して直接採集し，目合い1mmの篩に残った生物の個体数を0.1m²あたりに換算した。

環境項目としては，近底層の水温と塩分，底質の粒度組成と有機物量（CODsed.），強熱減量（I.L.）を測定した。

採集したナメクジウオの内，1999~2001年の51個体の生殖腺を組織学的に観察した。

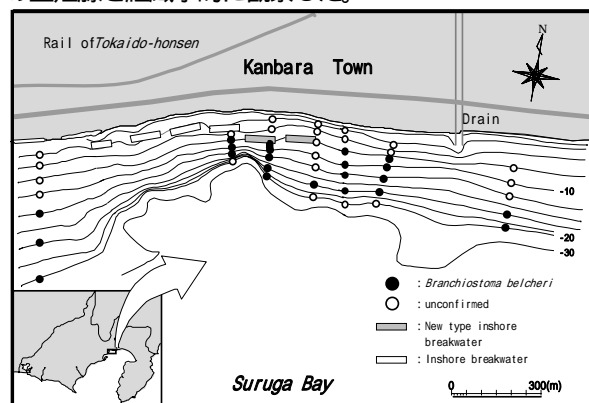


図-2 調査地点とナメクジウオの出現地点

3. 結果と考察

1) 生息環境

水深4~20mの水温は最高が9月の25.3~25.5 最低が2月の15.6~16.0 であった。塩分は最高の2

表-1 調査地点の水温と塩分、ならびに底質の有機物量 (CODsed.) と強熱減量 (I.L.)

Depth (m)	4	6	8	10	12	16	20
Sep. '00 Temp.	25.5	25.4	25.4	25.3	25.3	25.3	25.3
Sal.	33.2	33.4	33.4	33.5	33.5	33.5	33.5
CODsed. (mg/g)	0.06	0.11	0.16	0.13	0.16	0.31	1.39
I.L. (%)	1.0	1.1	1.3	1.2	1.3	1.3	1.7
Dec. '00 Temp.	18.8	18.9	19.1	19.1	19.1	19.1	19.2
Sal.	34.0	34.1	34.1	34.1	34.2	34.2	34.2
CODsed. (mg/g)	0.09	0.11	0.14	0.18	0.21	0.36	0.85
I.L. (%)	1.0	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5
Feb. '01 Temp.	15.6	15.7	15.7	15.7	15.8	16.0	16.0
Sal.	34.1	34.2	34.2	34.3	34.4	34.5	34.5
CODsed. (mg/g)	0.04	0.07	0.13	0.22	0.24	0.35	1.25
I.L. (%)	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.9
June '01 Temp.	23.7	22.4	21.8	21.5	21.0	19.0	18.7
Sal.	32.5	33.4	33.6	33.6	33.7	34.1	34.2
CODsed. (mg/g)	0.12	0.19	0.39	0.38	0.48	1.41	2.82
I.L. (%)	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.8	2.3

月で 34.1~34.5, 最低が 6 月の 32.5~34.2 であった (表-1)。水深 4~20m の CODsed. と I.L. は 9 月で 0.06~1.39mg/g, 1.0~1.7%, 2 月で 0.04~1.25mg/g, 1.1~1.9% といずれも水深の増加に伴い増加する傾向にあるが, いずれも値は小さく, 時期的な相違も僅差であった。底質の中央粒径 (mean ± SD) は水深 4m では 2.23 ± 2.59mm (n=16) と粗粒, 水深 6~20m では, 0.56 ± 0.15mm ~ 0.38 ± 0.13mm (n=16) で水深の増加に伴い細粒化する (図-3)。ナメクジウオの出現した底質の中央粒径は 0.21 ~ 0.75 (0.47 ± 0.14) mm (n=32) であり, 全調査地点 (n=249) の 89.6% が該当する (図-4)。シルト・粘土含有率 (mean ± SD) は水深 4~20m で 0.10 ± 0.14 ~ 3.42 ± 2.63% (n=32) で水深の増加に伴い増加する。ナメクジウオの出現地点のシルト・粘土含有率は 0.0~4.1 (0.74 ± 0.82)% (n=32) であり, 全調査地点の 95.6% の地点が該当する。すなわち底質環境からみれば調査範囲のほとんどでナメクジウオが出現する可能性があると考えられる。

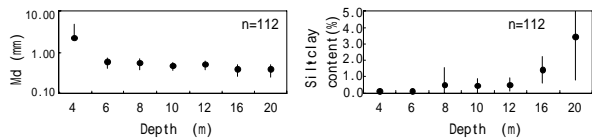


図 - 3 調査地点の底質と水深

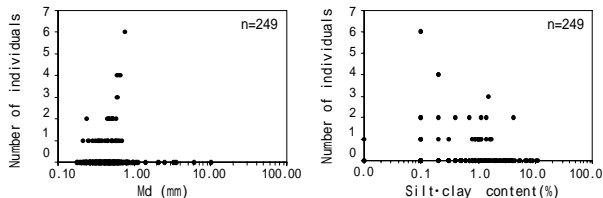


図 - 4 底質とナメクジウオの個体数

2) 出現状況

蒲原海岸のナメクジウオの出現地点は有脚式離岸堤を中心とした東西約 2km, 水深 8~20m である (図-2)。このうち海岸保全施設や放水口等の構造物のある海岸が 1.5km, 構造物の無い海岸が 0.5km であるが, いずれの場合もナメクジウオは水深 8m 以浅では出現せず,

Month	W.T. (°C)	4	6	8	10	12	16	20
Sep. '98	Ind.	-	-	26.5	26.5	26.5	26.4	26.4
				2	3	8	9	
Feb. '99	W.T. (°C)	13.9	13.9	14.1	14.1	14.2	14.2	14.2
	Ind.						6	2
July '99	W.T. (°C)	22.5	21.6	21.3	21.1	20.9	19.9	19.2
	Ind.			1	1	3	1	
Sep. '00	W.T. (°C)	25.4	25.4	25.4	25.4	25.3	25.1	24.7
	Ind.						4	1
Dec. '00	W.T. (°C)	18.8	18.9	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2
	Ind.				1			
Feb. '01	W.T. (°C)	15.7	15.7	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0
	Ind.					1	2	
June '01	W.T. (°C)	23.1	22.3	21.6	21.1	20.6	18.9	18.6
	Ind.			1		5	3	
Depth (m)		4	6	8	10	12	16	20
No. of Ind.		0	0	4	5	16	25	3

図 - 5 ナメクジウオの鉛直分布と水温

水深 12~16m に集中して出現した (図-5)。季節的には夏に個体数が多く, 冬に少ない傾向がうかがえ, 水深では夏は 8~16m, 冬は 10~20m に多い。特に冬は 16~20m と深所に多い傾向があった。また水温に着目すると, 夏は 18.9~26.5, 冬は 14.2~19.1 であり, 個体数の多い水温は冬は深所に相当する。つまり本調査地は深所でシルト・粘土含有率が高く, 冬はそのような深所に出現する。同様なことは同属の *B. lanceolatum* で冬の間は個体の代謝活動が弱く, 透過性の悪い細かい砂地で生活するが, 水温の上昇に伴い透過性の高い底質に集まることが報告されている⁴⁾。しかし, 2000年9月では, 水温が 24.7~25.4 と水深による差は小さいにもかかわらず, 本種の分布は水深 16~20m の深所に限定されていた。

3) 生物的環境

1998年9月~2001年6月にナメクジウオと同所的に採集された底生動物は 11門 238種であり, このうち環形動物の多毛綱が 100種と最多であった。各地点の種数, 個体数 (mean ± SD) は順に 31.5 ± 14.7 種/0.1m², 468.5 ± 814.5 個体/0.1m² であった。主な出現種は多毛綱の *Notomastus* sp., 二枚貝綱のヒメカノコアサリ *Veremolpa micra* であった。蒲原海岸の有脚式離岸堤周辺の底生動物群集は水深 6~12m で浅所と深所に 2 分され, 境界線は季節により深浅移動がみられる⁵⁾。この区分群集とナメクジウオの出現傾向についてみると, 1998年9月, 1999年7

月, 2001年6月では, 浅所と深所の境界線にあたる水深8m以深に出現している(図-6)。特に1998年9月では8/20地点で出現し合計22個体と本調査期間中の最高であった。一方, 2000年9月では, 深所群集の縮小に対応するかのようになメクジウオの分布も縮小し, 個体数も1998年9月と比較して減少している。2000年12月では浅所と深所の境界にあたる水深10mに1個体出現した。1999年と2001年2月では共に深所群集は水深4~20mに広がっているがなメクジウオは水深12~20mの深所側に偏って出現した。

蒲原海岸のなメクジウオは深所群集に出現するが, 蒲原海岸は湾口が南に広く開いた駿河湾奥部にあたることから台風時の波の周期16~18秒に達することが稀ではない⁶⁾。このような波は底質を攪乱し, その影響が底生動物群集の分布に現れ, 年によっては浅所群集の拡大も生じると考えられる。このような場合は, 夏であってもなメクジウオの分布は深所に限定される。2000年9月がこの例である。これは同属の*B. nigeriense*は波の作用で底質が攪乱されない環境に生息する⁷⁾ことから支持されよう。

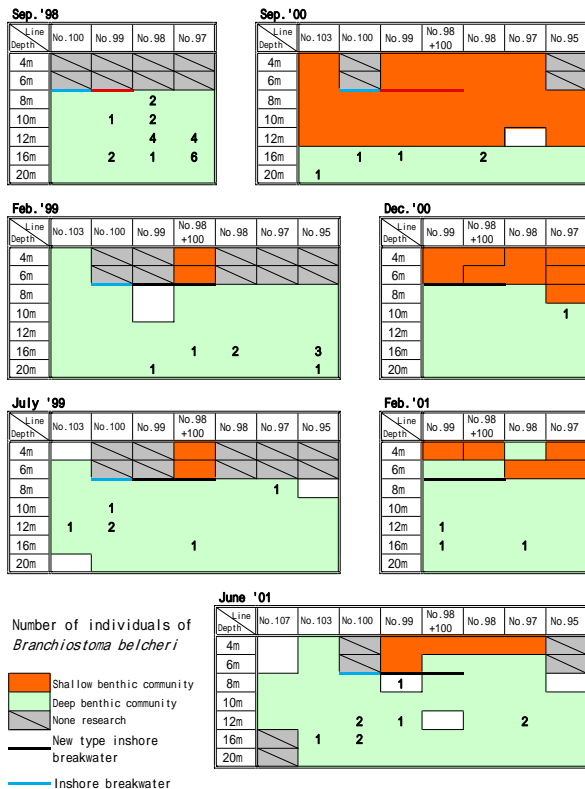


図 6 蒲原海岸における底生動物群集となメクジウオの出現地点

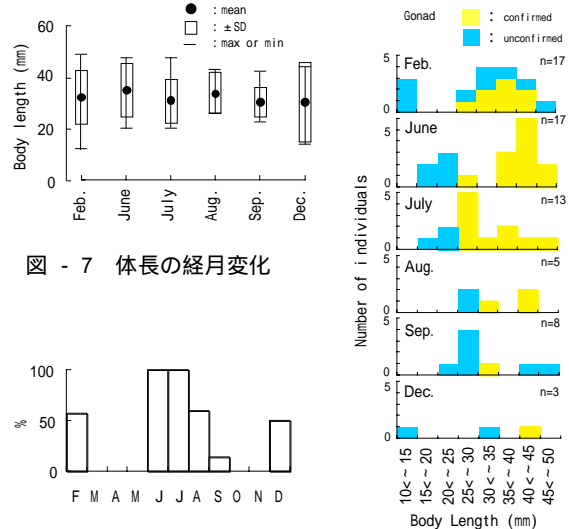


図 - 7 体長の経月変化

図 - 9 生殖腺確認個体の割合

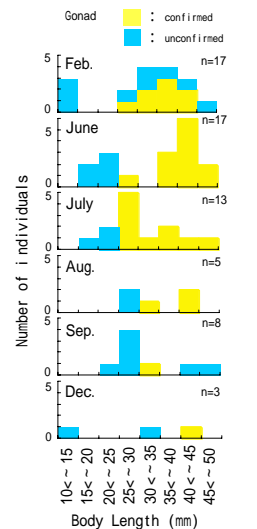


図 - 8 体長組成と生殖腺の発達

4) 体長と生殖腺の発達

1998~2001年の月別のなメクジウオの体長は12~49mmであった(図-7)。平均体長は30.2~34.9mmと大差はない。月別の体長の最小と最大は2月が12~49mmと最も幅が大きく8月が26~43mmで最も幅が小さい。これは2, 12月では14mm以下の小型個体が出現したことによる。本邦産なメクジウオの生活史は十分に解明されていないが²⁾, 有明海の個体群では幼生は数ヵ月間の浮遊生活の後, 体長約1cmで底生生活にはいる¹⁾。東シナ海及び隣接海域のプランクトン採集では, 6.8~10.2mmの浮遊幼生が採集されている⁸⁾。着底後は有明海の個体群では1年で約1cm増加する¹⁾。中国の青島の個体群では4年で44~46mmとなる²⁾。したがって, 蒲原海岸では, 着底後まもない加入個体と, 少なくとも4歳の個体が生息していると推察される。

なメクジウオの生殖腺は25mm以上の個体では通年みられるが, 25mm未満の個体では確認できなかった(図-8)。そこで25mm以上で生殖腺の確認できた個体の割合をみると6, 7月がいずれも100%であり, 蒲原海岸におけるなメクジウオ個体群の繁殖盛期は6, 7月と推察された(図-9)。

5) 生殖腺の組織学的観察

1999年2, 7月, 2000年9, 12月, 2001年2, 6, 7, 8月に採集されたなメクジウオ51個体について, 生殖腺組織標本を作成し観察した。その結果, 雌が21個体, 雄が8個体, 残り22個体は, 不確定と未成熟がともに11個体であった。また, 体長24mm以下の個体は全て未成熟であった。生殖腺観察から, 蒲原海岸のなメクジウオは繁殖開始時期は6月下旬~7月上旬であると考えられた(表-2)。産卵終了期は, 9月の個体のうち2個体が排卵後と

思われる卵巢構造をもっていたが、個体数が少なく、途中経過を示す個体がないことから、本調査ではこの2個体の生殖腺の組織像が排卵後である確証は得られなかった。しかし、産卵期に関しては、6月中旬~7月中旬⁹⁾や、6~7月が最盛期¹⁾の報告があることから9月までには産卵が終了していると考えられた。

表 - 2 生殖腺の経月変化

	生殖細胞の発達段階	
	雌	雄
2月	周辺仁期	不確定
6月	核移動期	精子が充満
7月	排卵痕あり、同一個体で変性退行卵、核移動期、周辺仁期の卵巢卵がある	放精の可能性のあり
8月		同一個体の精巢で精子が充満している部分と著しく減少している部分を確認
9月	周辺仁期の卵巢卵をもつ個体と2個体で排卵後?の卵巢	不確定
12月	周辺仁期	不確定

6) 海岸保全施設の整備とナメクジウオの保全

海岸保全事業やその他の海中工事の生物にあたる影響を可能な限り低減させるには、対象種の1)分布範囲、2)繁殖時期、3)新規加入時期、4)対象種の減少する主な要因の4項目についての知見を得、それらに配慮した工事を実施することが重要と考えられる。蒲原海岸のナメクジウオ個体群の場合は以下ようになる。

- 1) 分布範囲：水深8~20mで分布中心は水深12~16m、水平的には底質環境からほぼ全域。
- 2) 繁殖時期：肉眼による生殖腺の確認と、生殖腺の組織学的観察、既往文献より6月下旬~9月まで。
- 3) 新規加入時期：2月に体長12mmの個体が確認されることから冬季と考えられる。小型個体は調査範囲の水深16~20mの深所のみ出現する。
- 4) 対象種の減少する主な要因の把握：個体数減少の主な原因は、砂利採集や埋め立てによる直接的な生息地の消失である。また、それに伴う巻き上げ泥による底質の泥化¹⁰⁾もあげられる。底質の泥化はナメクジウオの口腔や消化管を塞ぎ死亡原因となる⁷⁾。同様な現象は著者らも飼育時に確認している。また底質が細粒砂屑物で薄く覆われるとナメクジウオは体を完全に露出させ底質表面に体を横たえるため、視覚捕食者による捕食圧が高まると考えられる¹¹⁾。砂中から出て水中を泳ぐナメクジウオは容易に手で捕らえることができた(伊豆の内浦湾水深5m)。

このような知見を得て海中工事を実施することにより対象となる生物に対する影響を最小限にすることが可能と考えられる。蒲原海岸においては1996年の有脚式離岸堤設置の後2001年現在においてもナメクジウオの生息が確認されている。

引用文献

- 1) 逸見泰久・東幹夫・山口隆男：コラム6 有明海のナメクジウオ。有明海の生き物たち 干潟・河口域の生物多様性、海游舎、東京、pp. 206-209、2000。
- 2) 西川輝昭：ナメクジウオ。日本の希少な野生生物に関するデータブック(水産庁編)、日本水産資源保護協会、東京、pp.62-63、1998。
- 3) 西川輝昭：脊索動物・頭索動物。WWF Japan Science Report, 3, WWF, 東京, p.81, 1996。
- 4) Webb, J. E. : Seasonal changes in the distribution of *Branchiostoma lanceolatum* (PALLAS) at Helgoland. Vie Milieu, Suppl. , 22, pp.827-839 1971.
- 5) 上野信平・国枝重一・飯野光則・佐々木元・石田一弥・落合一男・社家間太郎：駿河湾蒲原海岸の有脚式離岸堤周辺における底生動物群集の分布構造とその季節変化。平成14年度水産工学会学術講演会講演論文集, pp.105-108, 2002。
- 6) 静岡県富士臨海地区総合開発事務所：駿河湾。田子の浦港, pp.1-16, 1968。
- 7) Webb, J. E. and Hill M. B. : The ecology of Lagos Lagoon. . On the reactions of *Branchiostoma nigeriense* Webb to its environment. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Ser. B, 241, pp.355-391. 1958。
- 8) 庄島洋一：産卵調査こぼれ話(3)ナメクジウオ。西海区水産研究所ニュース, 18, pp. 4-7, 1974。
- 9) 横見義臣：広島県幸崎町能地堆のナメクジウオに就いて。採集と飼育, 9 (3), 49-51, 1947。
- 10) 西川輝昭・水岡繁登：ナメクジウオ知られざる天然記念物。採集と飼育, 52, pp.152-155. 1990。
- 11) 奈良正和・渡部寛志・井内美郎・忽那定範・柳澤暁：粗粒・細粒砂屑物による急速埋没に対するナメクジウオ *Branchiostoma belcheri* の耐性。日本ベントス学会誌, 57, pp.97-105, 2002。