

人工海水で腔腸動物を飼育する

加藤 憲一*

人工海水利用の前提

海産生物の飼育や実験的研究において人工海水 (ASW) を用いるのは、自然海水 (NSW) にくらべて何らかの利点があるからである。その利点として、大きく分けて下記の4点があげられよう。

①海から隔った場所でも容易に海水が用意できる。②海岸近くでは、NSW が採取できても汚染で有害物質がふくまれていることを考えなければならないので、ASW を用いるほうが安定性が高いこと。③飼育あるいは実験系を設定するばあい、NSW には多くの生物がふくまれ、予期できぬ事柄が生じるが、ASW ではこの心配がほとんどないこと。④ASW は浸透圧や Ph を NSW と同じようにしながら、なお構成成分をある程度変えることが可能なので種々の実験が容易になること。

このような目的をじゅうぶんに達成するためには、NSW の分析にもとづいて ASW が注意深く

作成されなければならない、今までも多くの努力が重ねられてきた。NSW 含有の主要イオンだけでも11種類 (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Sr^{2+} , B, Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- , F^- , HCO_3^-)あり、微量成分にいたっては62元素が分析されている (Riley and Skirrow 1975, 岩下ほか 1970)。これらのすべての化学物質が生物の生存に必要であるかどうかは、おそらく生物種によってちがいがあるのであろうし、それゆえに幾とおりの ASW が調整され、目的に応じて改良されてきたと思われる。

生物の飼育や実験を目的として、ASW を用いるがわにとって、あらかじめ知っておきたいことは、ASW の完全な成分表と物理的諸性状についてと実際の使用例である。従来発表されている ASW (Lyman and Fleming 1938, Kalle 1945, Kaster *et al.* 1967) については、これらの点が相当明らかであるが、実際用いるとなると微量含有物の秤量精度や溶解法などの制限があり、一度に相当大量のものを作らなければならないという不便さが伴う。小さな実験室では手軽に作ることは困難である。その点、わが国で発売されている ASW は容易に利用できるが、完全な成分が不明なところが若干の難点である。しかし、商業化されるばあい企業秘密の部分もあろうから、あまり無理はいえないかもしれない。この点を承知したうえで、市販の ASW を用いるばあいには、少なくとも使用者の目的からみて、必要な含有組成が知らされていることと、実際の利用経験にもとづく適否の判断であろう。後者については、前記の発表済みの ASW を用いるばあいにも不可欠である。

腔腸動物飼育実験例

加藤らの研究室では10数年来、海産腔腸動物を実験室内で飼育するとともに若干の実験的研究を

* KATO, K.-I.: Use of artificial sea water for the culture and study of Coelenterata

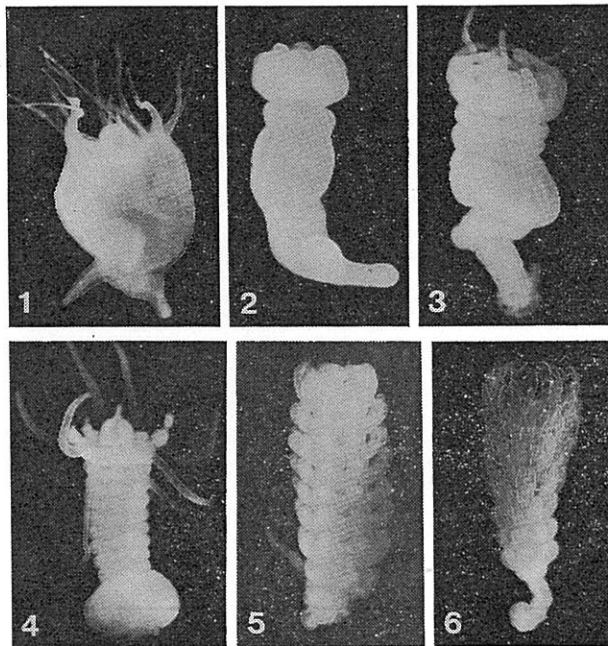


図1 ミズクラゲポリプの分節化と変態過程 1ポリプ 2—4 横分裂溝の形成 4—6 各分節の上縁が花卉形に成長し 8枚の分葉と各分葉の先端が縁弁として生長するようす

行ってきたが、今後 ASW を用いられる方々にとって何らかの資料的意味をもてばと、その経験の若干について述べてみたい。

腔腸動物（刺胞動物と有櫛動物門をふくんだ通称）はほとんどが海産で、生活史を把握することが、分類学・生態学のみならず発生学的研究の上からも必要なことが多い。研究目的や手法が NSW の使用だけで可能なばあいには、多少手間はかかっても、できるだけきれいなものを定期的に入手できればよいが、このような NSW 入手が困難な場所も増えており、さらに実験的試みを伴うばあいには ASW を用いる必要がある。

ミズクラゲ (*Aurelia aurita*) やアカクラゲ (*Dactylometra pacifica*) は初夏のころに産卵し、繊毛をもったプラヌラとなり、岩や海藻に付着してポリプとなって成長し、1mm 以上の大きさに成長すると、図 1 に示したように、上から一定間隔(約0.2mm)をもって横分裂溝がつぎつぎとでき、いわゆるストロビラとなる。こうして区切られた分節数はポリプが大きいほど多い。ポリプの長さが 1.5mm 程度だと 5 分節ほどであるが、2mm 程度だと 10 分節ほどが形成される。

ストロビラは生活環のなかにおける有性生殖世代へと移る個体にとっては、たいへん劇的な変態期である。したがって、投餌条件や大きさなどをそろえた多数の個体を用いて、この過程への進行を対象にして、NSW や ASW の有効性をみることは一種の生物検定的意味をもつであろう。

私たちの実験室では、ストロビラを得るために NSW や ASW を用い、通常 20 度 (°C) で飼育しているポリプを低温に移しているが、低温に移したあとの分節形成を示した個体数の頻度を 5 日ごとに集計した例を表 1 に示した。この表では NSW と ASW としてはジャマリン U (以下 J-U と略記) のみを提示するに止めた。NSW は和歌山県北部近くの海岸から採取したものである。また J-U 以外にも同じメーカーのジャマリン S (滅菌用、以下 J-S) とマイシーも用い、別のメーカーのものとしてアクアマリンも用いてみた。この表で明らかのように、NSW と J-U とのあいだには大差がない。しかし、1 日ごとの変化で見ると、NSW よりも J-U を用いたばあいの方が斉一性が高かった (J-S でも同じ結果)。

しかし、その他の ASW を使用したばあいに

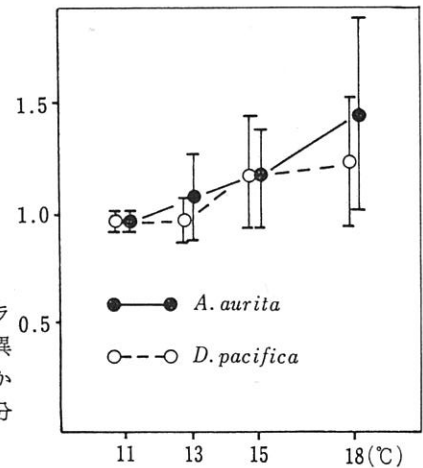


図 2 2種の鉢クラゲ類ポリプが異なる温度におかれたばあいの分節進行

表 1 鉢クラゲ類 2種のポリプの分節化進行 各温度ごとに 50以上300個体使用

種類	温度 (°C)	経過日数						
		~5	~10	~15	~20	~25	~30	~35
ミズクラゲ	11	{ 0	13	100	—	—	—	—
		{ 0	25	100	—	—	—	—
	13	{ 0	82	100	—	—	—	—
		{ 0	68	92	100	—	—	—
	15	{ 0	42	96	100	—	—	—
		{ 0	32	90	100	—	—	—
	18	{ 12	46	—	—	—	—	—
		{ 8	52	55	—	—	—	—
アカクラゲ	11	{ —	—	—	—	27	92	100
		{ —	—	—	—	27	92	100
	13	{ 0	0	13	32	40	44	—
		{ 0	0	8	25	35	48	50
	15	{ 0	13	28	26	—	—	—
		{ 0	8	25	32	34	—	—
	18	{ 0	16	17	—	—	—	—
		{ 0	16	20	21	—	—	—

注) 表中の数字は% 各温度の上段はジャマリン U 使用のばあい、下段は自然海水使用のばあい

は、ポリプの生育は可能だが若干の気になる事象がみられた。マイシーのばあい、ポリプはやや扁平になった鉢形で、上下方向にのびのびした状態を示さないし、低温処理に伴う分節進行過程に個体差が大きい。たとえば、ミズクラゲのポリプを用い、一定数の分節をもったものを 20 個体得ようとするのに、J-U または J-S ならば、個体を同時に低温処理に移せばよいが、マイシーやアクアマリンであると 100 個体程度が必要であった。J-S を用いて飼育したミズクラゲとアカクラゲのポリプで起こる分節化進行過程を 1 日あたりの分節形成数としてグラフ化したのが図 2 である (Kato

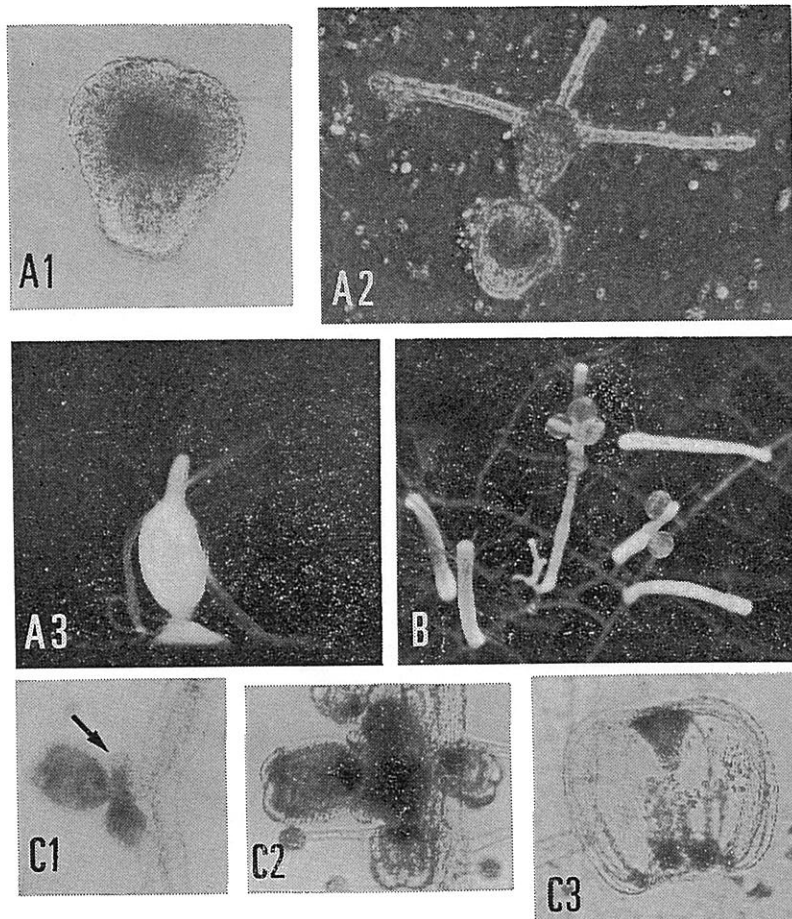


図3 ジャマリンUでの飼育例 Aドフラインクラゲのプラヌラ(1)と 出芽2日後のポリプ(2) および1週間後のポリプ(3) Bポドコリネの群体 ポリプ上部の球状構造は水母芽 Cサルシアクラゲの水母芽(矢印)の成長過程

表2 ジャマリンUまたはSを用いた腔腸動物飼育と実験例

種名	飼育	実験的操作
鉢クラゲ類		
ミズクラゲ	卵から幼成体	} プラヌラ・ポリプ断片の再生・細胞解離
アカクラゲ	同上	
タコクラゲ	ポリプ・ストロビラ	
ビトロ虫類		
エダアシクラゲ2種	} 群体として保持 遊離水母まで	} 再生・移植
サルシアクラゲ		
ブーゲンビリア		
ポドコリネ2種		
ドフラインクラゲ	卵から成熟成体	

大阪教育大学生物学教室

et al. 1980). J-U, J-S 以外の ASW (上述のテストしたものに限るが) や私たちの用いた NSW では、この図の縦線で示した標準偏差内ではおさまらない。ミズクラゲのポリプの細胞を解離し、ポリプ再構築を試みたばかりにも、Ca や Mg 欠如ジャマリンがきわめて有効であったし、臨海実習における海綿の細胞解離にはルーティーン的に用いている。

紙数が限られているので、経験例すべてについて述べることはできないので、表2に私たちが用いた材料と実験目的について要約しておく。

終わりに、私たちはウニ卵が調節卵であることを前世紀の終わりごろのドリーシュ (H. Driesch) の仕事で、ある驚きをもって学んだことをおもいだす。彼の最初の仕事は、直径0.6mmのガラス管に2細胞期の卵を入れて、力一杯ふって2割球を分離したものであったが、その後の、それはまさに今世紀の鐘になった1900年の仕事ではCa欠如ASWを使ったものであった。その知恵はドリーシュより1歳上のヘルプスト (C. Herbst) の仕事から得られたものであった。ヘルプストは、海水中のイオンがウニの発生においてどんな役割をはたしているかを知るために、人工的に海水を調合し、Caをふくまないものを用いると卵割した各割球が密着しないことをみたのであった。

そして今、私たちはいろいろな元素の欠如ASWを用いて、発生学や生理

学の仕事を日常的に行っているばかりでなく、ヘルプストやドリーシュの仕事の流れが、細胞培養法を用いた技術や研究にどんなに多く生かされているかに思いを止めざるをえない。研究上必要な元素組成をもつすぐれたASWを得ることが可能になることは大きな助けになる。私たちの経験のなかでは、ジャマリン・ラボラトリーが適切な対応をされていることに感謝している。

参考文献

- Riley, J.P. and Skirrow, G. (Eds.) 1975 Chemical Oceanography Vol. 1, 2nd Ed., Academic Press
 岩下光男他編 1970 海洋の物性 海洋科学基礎講座第1巻 東海大学出版会
 Kato, K.-I., et al. 1980 Morphogenetic patterns of Schyphozoa strobilation. In Developmental and Cellular Biology of Coelenterates (Eds. P. Tardent and R. Tardent) Elsevier/North-Holland Biochemical Press
 Kato, K.-I. et al. 1973 Developmental aspects of strobilation in *Aurelia aurita*. Pub. Seto Mar. Biol. Lab. Vol. 20, p. 179
 加藤憲一 1978 クラゲの変態 変態の生物学 (日本発生生物学会編) 岩波書店

—大阪教育大学教授—