
Tome 32

Mai 1994

Numéro 2

La mer

うみ

1994 年 5 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

SOCIÉTÉ FRANCO-JAPONAISE D'Océanographie

Comité de Rédaction

(de l'exercice des années de 1994 et 1995)

Directeur et rédacteur: Y. YAMAGUCHI

Comité de lecture: S. AOKI, M. HANZAWA, M. HORIKOSHI, Y. MATSUYAMA, M. MAEDA, M. OCHIAI, T. YANAGI, S. WATANABE

Rédacteurs étrangers: H.J. CECCALDI (France), E.D. GOLDBERG (Etats-Unis), T. ICHIYE (Etats-Unis), T.R. PARSONS (Canada)

Services de rédaction et d'édition: M. OCHIAI, H. SATOH

Note pour la présentation des manuscrits

La mer, organe de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie des articles et notes originaux, des articles de synthèse, des analyses d'ouvrages et des informations intéressant les membres de la société. Les sujets traités doivent avoir un rapport direct avec l'océanographie générale, ainsi qu'avec les sciences halieutiques.

Les manuscrits doivent être présentés avec un double, et dactylographiés, en *double interligne*, et au recto exclusivement, sur du papier blanc de format A4 (21×29,7 cm). Les tableaux et les légendes des figures seront regroupés respectivement sur des feuilles séparées à la fin du manuscrit.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante:

1° Il sera écrit en japonais, français ou anglais. Dans le cadre des articles originaux, il comprendra toujours le résumé en anglais ou français de *200 mots* environ. Pour les textes en langues européennes, il faudra joindre en plus le résumé en japonais de *500 lettres* environ. Si le manuscrit est envoyé par un non-japonophone, le comité sera responsable de la rédaction de ce résumé.

2° La présentation des articles devra être la même que dans les numéros récents; le nom de l'auteur précédé du prénom *en entier*, en minuscules; les symboles et abréviations standards autorisés par le comité; les citations bibliographiques seront faites selon le mode de publication: article dans une revue, partie d'un livre, livre entier, etc.

3° Les figures ou dessins originaux devront être parfaitement nettes en vue de la réduction nécessaire. La réduction sera faite dans le format 14,5×20,0 cm.

La première épreuve seule sera envoyée à l'auteur pour la correction.

Les membres de la Société peuvent publier 7 pages imprimées sans frais d'impression dans la mesure à leur manuscrit qui ne demande pas de frais d'impression excessifs (pour des photos couleurs, par exemple). Dans les autres cas, y compris la présentation d'un non-membre, tous les frais seront à la charge de l'auteur.

Cinquante tirés-à-part peuvent être fournis par article aux auteurs à titre gratuit. On peut en fournir aussi un plus grand nombre sur demande, par 50 exemplaires.

Les manuscrits devront être adressés directement au directeur de publication de la Société: Y. YAMAGUCHI, Université des Pêches de Tokyo, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japon; ou bien au rédacteur étranger le plus proche: H. J. CECCALDI, EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batteries-des-Lions, 13007 Marseille, France; E. D. GOLDBERG, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92093, Etats-Unis; T. ICHIYE, Department of Oceanography, Texas A & M University, College Station, Texas 77843, Etats-Unis; ou T. R. PARSONS, Department of Oceanography, University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada.

Bioethics, Water and the Environment*

Darryl R. J. MACER**

Bioethics, or biological ethics, looks at ethical decisions we make concerned with life, and in simple terms it could be called love of life (MACER, 1994). In this sense, love means to try to avoid harming life, and to try to do good, while respecting the life of individuals (autonomy) and of all lives (justice). Considering that life is dependent upon water, and living organisms are made of up to 90% water, could we say bioethics is love of water? Despite the apparent closeness, I know of no paper exploring "bioethics and water", or oceans. This is more surprising given the dependence of human health, and the life of almost all organisms, on the provision of clean unpolluted water. The problem is one of words, as part of the concept may already be familiar, but words can help build concepts and it may be timely to introduce the term bioethics more into ocean science.

The relationship of ocean science to medical bioethics is suggested by the concept of the "health of the oceans". This phrase was the title of a UNIP Regional Seas report (GESAMP, 1982), produced by the Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). The idea of monitoring the health of the oceans was found in several reports in the 1970's, and the concept is now well established. The "normal" state of the ocean is difficult to define, as it will be changing with time, however, we can certainly find some "unhealthy" phenomenon in the oceans (関・小池, 1993). The GESAMP group continues to act as an international group monitoring the health of the oceans, in addition to the many private environmental groups, and national authorities. It is a constructive way of thinking to use the word health, and we could consider the committee to be among the "Bioethics Committees" of the



world in their mandate.

Historically there has been even longer connection with environmental bioethics. Among the first major international laws protecting the environment is the Law of the Sea, which looks at the problem of protecting the global commons. This is an issue of justice, as well as responsibility to protect nature and the environment. It became a forerunner to the more recent global conventions on protection of the ozone layer, biodiversity, and efforts to prevent increases in greenhouse gas emissions which contribute to global warming. We also have national laws reducing pollution, and preserving rivers, lakes and marine parks.

Food

Many wars have been fought over the issue of food, and perhaps the most global human ethical problem in the world is uneven distribution of food and inability to pay for it. Human uses of the marine environment for food include management of wild stocks, and controlled marine culture. From the oceans, 71% of the world's surface, only 1% of the foodstuffs are

* Received May 10, 1994

** Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

harvested, in 1990, 93 million tonnes were harvested. Aquatic food proteins are an important source of animal protein. Unlike other types of food harvesting, which are largely based on planned agriculture, only about 30% of the world's fish catch is from cultured areas. This depends on species, shellfish are among the species that are obtained largely from planned aquaculture, but fish like tuna are almost entirely from the use of international ocean resources. Overfishing, overuse of resources, has many documented cases, and is a bioethical issue.

How can we ethically control overuse of resources? Most maritime nations have declared 200 mile limits within which they claim prior rights to exploit marine resources, including fish. Therefore national policies are very important, but because most fish, and the water they live in, move over much greater areas, international fishing strategies are necessary. One way is to enact quotas, a given number of fish of each species that should be caught. Quotas were introduced to North Atlantic fishing since 1970.

Global influences are being recognised which require global bioethics. For example, natural variations in fish population are primarily related to the population of plankton on which they feed (and human action). The algal productivity varies greatly, with winds, sea currents, and climatic involvement which affects the ocean currents. Increased fish catches of Atlantic cod, from the fifteenth century, have been associated with warmer climatic periods. Temperature also affects biological organisation of the ecosystem, and global warming can be expected to change not only these patterns but rainfall, affecting the land too. Unintentionally, humans have begun global ecoengineering, and are now considering intentional changes to combat these. For example, there was recently an experiment to add iron into the ocean to fertilise phytoplankton production, which could halt carbon dioxide, however it was shown to be impractical if the iron sinks, as it invariably seems to (KERR, 1994).

One of the more controversial issues is that of animal rights. Bioethics attempts to balance rational ethical arguments rather than religious ones, the difference being that rational

arguments should appeal to data that can be scientifically validated whereas religious arguments are those which can not be tested. This means that modern animal rights arguments are based on arguments including: pain is bad, so to cause pain is bad, therefore we should at least minimise pain if we are killing; or consciousness of the self allows interests in the individuals' future, and it is not good to interfere with such an individual. When in doubt we should minimise the chance that the species we use can think, so we should try to use species that either think less, or don't think. If we take this to the logical conclusion, we should eat more fish than mammals. These two arguments go beyond, but complement, the general value people place on nature, or the value people place on saving endangered species. I do not think that there is greater worth just because something can be scientifically tested, for example, unrewarded love is recognised as a good thing but it is not a scientific idea. The reason we try to use rational arguments is that they can sometimes be more culturally independent.

In practice, bioethics would say that we should develop methods of fishing that cause less pain, that allow species to continue existence for their own sake as well as ecological stability, the ones that are the most cost effective in both economic and environment aspects, and be species selective in fishing. For example, the use of long drift nets was criticised for the nonselectivity of species caught and the low efficiency of catch versus killed fish, despite there short-term economic benefit. There is much room for progress in development of fishing methods that cause less pain, in the same way that methods for killing land animals have been improved.

Perhaps the most controversial issue is whaling. What began as environmental protection of endangered species, in the formation of the International Whaling Commission (BUTTERWORTH, 1992), has shifted focus into the issue of animal rights. The key point for scientific input into this debate therefore may no longer be the stability of the populations, but the question of how much whales think - neuroscience. Rather than entering the debate in this paper, I would make the point that the people in the countries

opposed to resumption of whaling are not really interested in the environmental stability, but in whether whales can "think". They argue that if they can "think", we owe them more duties than we do to animals that do not. This is the standard used for protection of human "rights", and bioethics would say we should be consistent regardless of species. This issue therefore has some further scientific questions beyond the current research on population stability. Although most of the human genes will be sequenced by 1995, allowing comparison of conserved genes with other species over the next few years, full understanding of the thinking process will take a few more decades with the project to define the key neuronal connections of the human brain. Currently half of the genes are thought to be expressed in the brain, and most are conserved in so-called "higher" animals.

Pollution

Human activity is becoming the main cause of ecosystem changes in the world. We can see the effects of human activity everywhere in the world, from atmosphere to oceans, from poles to the tropics and from the depths of the oceans to the highest mountains. The concept of stewardship is required to maintain a sustainable way of life, and a healthy world. Environmental problems may be able to be traced back to the beginning of civilisation, but are getting worse with the global scale of air and water pollution, the introduction of new chemicals, and the still growing human population. Much damage is unintended and unforeseen, such as the acidification of lakes in Scandinavia and Canada from the acid rain from the burning of carbon fuels. Restrictions on the release of sulfur and nitrous oxides has reduced the level of these acid residues, showing that pollution can be controlled. While sulfur dioxide emissions have fallen, the acidity of rain has actually remained high in polluted areas, due to parallel reduction in the basic cations (contributed by particulate matter) in the atmosphere that neutralise acid rain (HEDIN *et al.*, 1994). There still needs to be further reduction in pollution if acid rain is to be avoided.

Pollution could be defined as the appearance of some environmental quality for which the

exposed community has inadequate information and is thus incapable of an appropriate response (CAIRNS and LANZA, 1972). Pollution can also be defined as the introduction by humans, directly or indirectly, of substances or energy into the environment resulting in deleterious effects as harm to living resources, hazards to human health, or hindrance to particular activities. The oldest method of pollution "control" that has been used is the principle of infinite dilution of wastes. Water is historically one of the substances in which wastes are diluted, perhaps why it has the associated spiritual meaning of holiness and purity. Increased industrialisation usually means increased production of wastes and potential pollutants. In the ocean, substances including carbon dioxide, cadmium, arsenic, lead and mercury are all disposed of in greater quantities than the natural fluxes can cope with. Under conditions of stress, the species diversity of communities is greatly reduced, and the result is that the system becomes much less stable (ODUM, 1971). The most effective control is to eliminate production of the pollution, at least to decrease the levels to what natural cycles can cope with. If it is not possible, treatment of the pollutants and/or the consequences, is necessary in many cases before substances suitable for recycling or dilution can be released.

Other examples of pollution include eutrophication in waters that have enriched nutrient content which support excessive algal photosynthesis. The degradation of these algal results in oxygen depletion of this water, which has the secondary effect of killing fish, and also a foul taste. Increased temperature lowers the oxygen concentration of water, which makes the ecosystem more susceptible to stress. Wastes include municipal sewage, animal wastes and agricultural fertiliser runoff. To solve this problem these nutrients must be removed before such wastes are released into the water. In 1970 the animal population in the USA was estimated to be 564 million head, which produce the waste equivalent to 2 billion people. Water tends to be the ultimate sump for waste, and we are dependent upon the natural ability of ecosystems to cleanse waste and produce clean water. It is ironic that the economic benefits of natural actions are usually of no value in economic

equations.

The effects of pollution can be immediate, such as the sudden death of a large number of fish, or more prolonged such as defective development and reproduction. The level of PCBs in some marine animals exceeds the health standards set by some national authorities, but there are no known cases of human sickness from the consumption of animals and fish with these substances. However, seals may have suffered reproductive damage as a consequence of the level of PCBs (GESAMP, 1982, 1990). The bioethical issue is that we should try to avoid harm, and attempt to understand the consequences of the direct and indirect effects of our action in a complex ecosystem.

Human relationships with water

In conclusion we have a deep and eternal relationship with water. The first relationship we have is dependence. The estimated annual global use is 4340 square km of water (POSTEL, 1992), and by the year 2000 about 70% of the world's population will be living close to the ocean. The dependence is both indirect, and direct. Beside the obvious ethical issue of just distribution of resources, which affects human relationships in the biosphere, there are further relationships between people and water.

Water has spiritual images of cleansing, purity, being used in most religions. People may also have sociobiological fondness for water, as with other parts of the environment. It is an advantage biologically to like water, and an advantage to value nature. Water appears to be refreshing for soul as well as body. An International Bioethics Survey was performed in 1993 in ten countries of the world, Australia, Hong Kong, India, Israel, Japan, New Zealand, the Philippines, Russia, Singapore and Thailand (MACER, 1994). Questionnaires included open-ended questions of what image people had of "life", "nature", and selected issues of science and technology, biotechnology, and genetics. One of the common themes seen in the comments and pictures of nature and life was water, especially rivers and ocean sunsets, with ponds containing birds, fish and other animals. This data confirms that water is a common image of nature.

Water has deep meanings for people, and by exploring this relationship we may not only understand more the relationship between living organisms, people and the environment, for aquaculture, fishing, and enjoyment, but also we may understand more of ourselves. In the global age we live in, the question of the common oceans and the required diplomacy, provides very important precedents and lessons for future global planning. It also provides a precedent for protecting biodiversity that is increasingly being recognised on the land too. It offers some hope that people can make the types of decisions that are necessary for thinking with international eyes, as does the spirit of international cooperation seen in the history of oceanographic research.

References

- BUTTERWORTH, D.S. (1992): Science and sentimentality. *Nature*, **357**, 532-534.
- CAIRNS, J. Jr. and G.R. LANZA (1972): Pollution controlled changes in Algal Protozoan communities, pp. 245-272 in *Water Pollution Microbiology*, R. MITCHELL (ed.), Wiley-Interscience, New York.
- CUSHING, D.H. (1981): *Fisheries Biology. A Study in Population Dynamics*, 2nd ed. Univ. Wisconsin Press, Madison.
- GESAMP (1982): Emigration of fish: a change in opinion. *La mer*, **23**, 1-5.
- GESAMP (1990): *The State of the Marine Environment*, United Nations Environment Programme, Geneva.
- HEDIN, L.O., L. GRANET, G.E. LIKENS, T. Ad. BUSHAND, J.N. GALLOWAY, T.J. BUTLER and H. RODHE (1994): Steep declines in atmospheric base cations in regions of Europe and North America. *Nature*, **367**, 351-354.
- KERR, R.A. (1994): Iron fertilization: A tonic, but no cure for the greenhouse. *Science* **263**, 1089-1090.
- MACER, D.R.J. (1994): *Bioethics for the People by the People*. Eubios Ethics Institute, Christchurch.
- ODUM, H.T. (1971): *Environment, Power, and Society*. Wiley, New York.
- POSTEL, S. (1992): *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. Norton, Washington.
- 関 文威・小池勲夫 (編) (1993): 海に何が起きているか. 岩波ジュニア新書195, 岩波書店. 東京

Photosynthetic Capacity of the Toxic Dinoflagellates *Dinophysis* cf. *acuminata* and *Dinophysis acuta**¹

Brigitte R. BERLAND*², Serge Y. MAESTRINI*³,
Christian BECHEMIN*³ and Catherine LEGRAND*³

Abstract: Natural phytoplankton assemblages from French Atlantic coastal waters were enriched in *Dinophysis* cf. *acuminata* and *D. sacculus* by size fractionation and reverse sedimentation, so that *D. cf. acuminata* became overwhelmingly dominating. *Dinophysis acuta* populations were also enriched by isolating individual cells. The rate of uptake of inorganic carbon was measured (¹⁴C) in enriched populations both of *D. cf. acuminata* and, separately, of *D. acuta*. In the light, carbon uptake increased linearly with incubation time and directly in proportion to the number of cells; the mean uptake rate per cell in *D. acuta* (21 pg C h⁻¹) was rather low. In *D. cf. acuminata*-dominated assemblages, the uptake rate was positively related to temperature from 7°C to 18°C, but negatively related between 18°C and 23°C. In the dark period, 36% to 48% of the carbon taken up was lost at 7°C-11°C, whereas the loss was only 12% at 18°C. When growth conditions were optimal, excretion of organic carbon represented only 0.5-2.3% of inorganic carbon taken up. At the end of the dark period, dissolved free amino acids (DFAA) represented 37% of total excreted carbon, which markedly increased the concentration of amino acids dissolved in the medium. The P-I parameters found, $\alpha = 0.053 \mu\text{gC } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1} [\mu\text{mole m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$, $\text{Pm}^{\text{B}} = 16 \mu\text{gC } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1}$ and $\text{I}_k = 300 \mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, are similar to those in other algal species; they reflect a high degree of tolerance to bright light. Carbon uptake rate data indicate the specific division rate of the *D. cf. acuminata*-dominated population to have been 0.35 division. day⁻¹.

It is concluded that the photosynthetic capacity of *D. cf. acuminata* and *D. sacculus* has been demonstrated. An overall mixotrophic mode of nutrition should nevertheless be considered a probability.

1. Introduction

The dinoflagellate genus *Dinophysis* has already been described by EHRENBERG in 1840. Its species remain poorly understood, however. Their biochemical and ecophysiological characteristics, such as their pigments, and their particulate organic carbon (POC) and particulate organic nitrogen (PON) contents, their division rates and their photosynthesis-light (P-I) relationships have not been fully determined, nor have their mode of nutrition. This lack of knowledge is mostly caused by their low relative abundance in natural assemblages and by their

complete resistance to laboratory culture.

Until the 1980s, research on the *Dinophysis* species was almost entirely limited to taxonomic studies. During the past two decades, however, the damage to human health caused by the diarrhetic toxin they produce, okadaic acid (YASUMOTO *et al.*, 1980; KAT, 1983), has progressively increased in absolute magnitude and in geographic extent (ANDERSON, 1989; SMAYDA, 1990; HALLEGRAEFF, 1993). Furthermore, cell densities of $> 10^5$ cells l⁻¹, two orders of magnitude higher than those mentioned in the old literature, have recently been reported from different regions of the world (FREUDENTHAL and JACOBS, 1991; BELIN, 1993; LASSUS *et al.*, 1993; SUBBA RAO *et al.*, 1993). Consequently, increasing research is now being focussed on their life cycles, reproductive strategies, nutrition, toxin production and taxonomy using newly developed methods.

*¹ Received May 7, 1994

*² Centre d'Océanologie de Marseille, Station Marine d'Endoume, Chemin de la Batterie des Lions, 13007 Marseille, France

*³ Centre de Recherche en Ecologie Marine et Aquaculture de L' Houmeau (CNRS-IFREMER), B.P. 5, 17137 L' Houmeau, France

Table 1. Respective cell densities (number of cells per litre) of algal species in the *Dinophysis*-enriched assemblage used for experiment.

Species	Cell density
<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i>	1,491,750
<i>D. rotunda</i>	1,350
<i>D. sacculus</i>	97,500
<i>Diplopsalis</i> sp.	1,650
<i>Dissodium</i> sp.	300
<i>Gymnodinium</i> sp. (green)	996,660
<i>Prorocentrum micans</i>	19,800
<i>Protoperidinium</i> sp.	5,400
<i>Leptocylindrus</i> sp.	1,800
<i>Nitzschia</i> sp. (small cells)	3,300

In order to compensate for failure to culture any of the *Dinophysis* species and nevertheless to test various working hypotheses, material isolated from seawater has been used with considerable effort. Thus, SUBBA RAO and PAN (1993) measured photosynthetic parameters in *D. norvegica* using natural samples largely dominated by this species, as well as using single cells isolated according to RIVKIN and SELIGER (1981). GRANELI *et al.* (in press) measured light and dark carbon uptake rates in single cells of *D. acuminata*, *D. acuta* and *D. norvegica*, and concluded that nutrition was mixotrophic. On the other hand, from electron microscope pictures, JACOBSON and ANDERSEN (1994) concluded that chloroplastic *D. acuminata* and *D. norvegica* are also phagotrophic.

In order to estimate to what extent the dominant species of the genus along the French Atlantic coast are autotrophic, we report here carbon uptake measurements made at (i) different temperatures and (ii) in a light-intensity gradient, with cells of *D. cf. acuminata* and *D. sacculus* taken from natural populations, enriched relative to co-occurring plankton either by size fractionation and reverse sedimentation, or by pipetting out single cells of *D. acuta*. Taking advantage of these experiments, (iii) excreted dissolved organic carbon (DOC) and dissolved free amino acids (DFAA) have been analysed, and (iv) the specific growth rate has been calculated.

2. Material and methods

The port of Antifer, near Le Havre, France, provides exceptionally good conditions for collecting cells of *Dinophysis* spp., since high densities (up to 160,000 cells l⁻¹ in some years) have occurred in summer nearly every year since 1987 (LASSUS *et al.*, 1993). The dominant species is similar to *D. acuminata*, although it appears to be a different underscribed species (LASSUS and BARDOUIL, 1991). In August 1992, we harvested a large number of cells by using a protocol of concentration by size fractionation and reverse sedimentation (MAESTRINI *et al.*, submitted *a*). The resulting population (2619 cells ml⁻¹) contained 60% *D. cf. acuminata* (Table 1); other important species present were *Prorocentrum micans* and a green dinoflagellate, *Gymnodinium* sp. (SOURNIA *et al.*, 1992). This population was used for (i) analysis of POC, PON (Carlo Erba CHN analyser) and chlorophyll *a* content (YENTSCH and MENZEL, 1963), and measured for carbon uptake rate (¹⁴C) over different (ii) temperatures and (iii) light intensities, and (iv) measurement of carbon uptake rate and carbon excretion rate over time at fixed temperatures and light intensities.

Temperature experiment: Triplicate aliquots (90 ml each) were incubated in the presence of HNa¹⁴CO₃ (18520 Bq ml⁻¹) for 10.5 hours in the light (400 μmoles m⁻² s⁻¹) followed by 10.5 hours in darkness, at 7°, 11°, 14°, 18° and 23°C. After incubation, samples were filtered through glass-fiber membrane filters ("Whatman" GF/C) and excess HNa¹⁴CO₃ was removed by adding 150 μl

6N HCl. The rate of carbon loss was calculated by subtracting the activity at the end of the dark phase from the activity at the end of the photophase.

Light experiment: 1-ml aliquots were incubated at 18°C, in a photosynthetron (LEWIS and SMITH, 1983), for 15 minutes, in the presence of $\text{HNa}^{14}\text{CO}_3$ (37040 Bq ml⁻¹), at light intensities from 1 to 1595 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Excess $\text{HNa}^{14}\text{CO}_3$ was removed by adding 150 μl 6N HCl. β activity was counted directly in the incubation vial after addition of 10 ml scintillation cocktail ("Instagel", from Packard).

Carbon uptake and excretion rates over time: The *Dinophysis*-enriched mixture was diluted with filtered seawater: then nutrient-enriched with ANTIA and CHENG (1970) medium in order to obtain 1/40 the original nutrient content (*i.e.* $\text{N}=12.5\mu\text{M}$, and other elements at balanced concentrations), incubated in the presence of $\text{HNa}^{14}\text{CO}_3$ (18520 Bq ml⁻¹), at 18°C, for 9 hours in the light (400 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$) followed by 9 hours in darkness. Subsamples were taken every three hours; estimation of carbon uptake rate was made as in the temperature experiment; carbon excretion rate was measured by counting the β activity in the filtrate in which excess of $\text{HNa}^{14}\text{CO}_3$ had been removed with 150 μl 6N HCl; the DFAA content was analysed in the filtrate by the method of PETTY *et al.* (1982), improved by the protocol of DELMAS *et al.* (1990).

In May 1993, from water samples collected near Douarnenez, south Brittany, single cells of *Dinophysis acuta* were individually isolated with a micropipette (RIVKIN and SELIGER, 1981) from an enriched 20–77 μm fraction, washed two or three times, then pooled in batches of 50 cells and inoculated in 1 ml 0.45 μm -filtered seawater in 10-ml scintillation counting glass phials. After addition of $\text{HNa}^{14}\text{CO}_3$ (37040 Bq ml⁻¹), incubation was carried out at 18°C under continuous illumination (400 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$), for 15 hours. Incubation was stopped by adding 150 μl 6 N HCl, for a minimum of 6 hours. As a check on the validity of using time to as control, runs were made in triplicate with 50 cells of *Protoperdinium sp.*, a non-photosynthetic genus (JACOBSON and ANDERSON, 1993); counts made after different incubation periods using these samples were not

significantly different from those at time *t*.

3. Results

For all experiments, *Dinophysis*-dominated population or single *Dinophysis* cells took up inorganic carbon in the light; the measured carbon uptake was related both to elapsed time and to the number of pooled cells.

The specific carbon uptake rate strongly increased with temperature from 7° to 18°C (Fig. 1); at 7°C its value is only 5% that of 18°C which appeared to be the optimum in the range we used, the uptake rate at 23°C being only half this value. In the dark, an important fraction (36–48% at 7–11°C and 12–15% at 18–23°C) of carbon taken up was lost.

The specific inorganic carbon uptake rate first increased linearly with light intensity up to 200 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 2). In the 200–700 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ range, slope of the curve decreased, resulting in an absolute maximum in specific assimilation at about 700 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Beyond this value, specific assimilation decreased. This graph shows that the P-I parameters were: $\alpha = 0.053 \mu\text{gC} \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{h}^{-1} [\mu\text{mole.m}^{-2}\text{s}^{-1}]^{-1}$, $\text{Pm}^{\text{B}} = 16 \mu\text{gC} \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{h}^{-1}$ and $\text{I}_k = 300 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

During the light-dark experiment, the uptake of inorganic carbon continued for 1.5 hour after the light was turned off (Fig. 3). Then, the total number of carbon atoms taken up declined by 30% over the following four hours. Excretion of organic carbon material occurred both during the light and the dark periods; the ratio of relative release to the uptake of inorganic carbon was low: 0.5–2.3%. During the light period, the concentration of DFAA decreased (Fig. 4), whereas during the night it increased and in four hours reached a value higher than that at the beginning of the experiment. During the dark period, both total organic carbon and DFAA-carbon concentrations increased by 3.94 $\mu\text{g C l}^{-1}$ and 1.44 $\mu\text{g C l}^{-1}$, respectively. Hence, DFAA represented 36% of the total amount of carbon excreted during the night.

The total carbon uptake rate of *D. acuta* cells, individually isolated before incubation, was directly proportional to the number of cells ($r^2=0.92$; Fig. 5). The mean uptake rate per cell was 21 pg C h^{-1} ($s=7.4$; $n=14$).

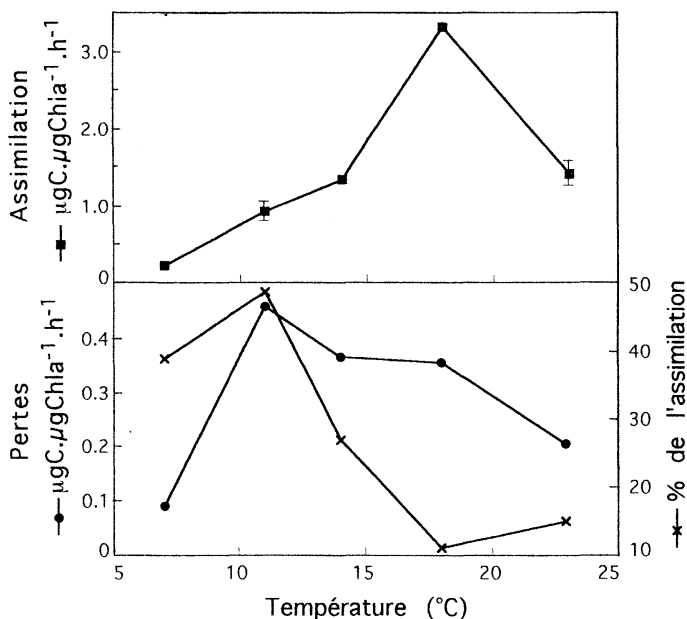


Fig. 1. Mean specific photosynthetic carbon uptake rate ($\mu\text{g C Chl-}\alpha^{-1} \text{h}^{-1}$; bar indicates the standard deviation, whose three values are included in symbol; $n=4$), specific excretion rate ($\mu\text{g C Chl-}\alpha^{-1} \text{h}^{-1}$) and relative excretion rate (%), in relation to temperature, in a *Dinophysis cf. acuminata*-dominated population.

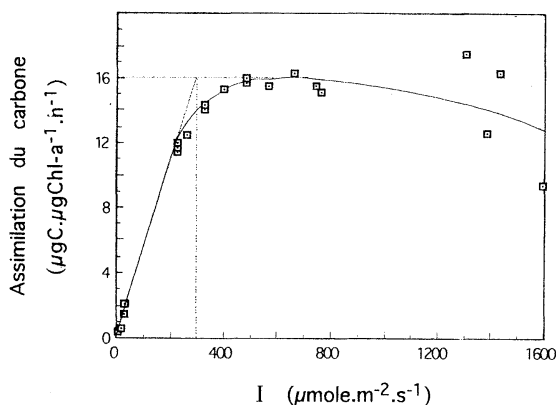


Fig. 2. specific photosynthetic carbon uptake rate ($\mu\text{g C Chl-}\alpha^{-1} \text{h}^{-1}$), in relation to light intensity, in a *Dinophysis cf. acuminata*-dominated population.

4. Discussion

The uptake of inorganic carbon, measured using both *Dinophysis cf. acuminata*-dominated populations (Fig. 1 and 2) and isolated cells of *D. acuta* (Fig. 5), clearly indicated that both species are photosynthetic. This is consistent

with the presence of chloroplastic structures (HALLEGRAEFF and LUCAS, 1988; SCHNEPF and ELBRÄCHTER, 1988; LUCAS and VESK, 1990) and photosynthetic pigments (SUBBA RAO and PAN, 1993; MAESTRINI *et al.*, submitted *b*) reported previously. The mean carbon uptake rate per cell obtained with *D. acuta* (21 pg C h^{-1}) lies approximately in the range of values reported by SUBBA RAO and PAN (1993) in *D. norvegica* ($16\text{--}25 \text{ pg C h}^{-1}$), and by BERLAND *et al.* (submitted) in *Dinophysis cf. acuminata* (32 pg C h^{-1}). In contrast, they are significantly lower than those reported by GRANELI *et al.* (in press) in *D. acuminata* (41 pg C h^{-1}), *D. acuta* (68 pg C h^{-1}) and in *D. norvegica* (41 pg C h^{-1}). Values reported for other, but similar-sized dinoflagellate genera, are usually higher: 136 pg C h^{-1} in *Alexandrium tamarisensis* (RIVKIN and SELIGER, 1981), 44 pg C h^{-1} in *Gonyaulax digitale* (SUBBA RAO and PAN, 1993), $55\text{--}390 \text{ pg C h}^{-1}$ in several *Ceratium* species (RIVKIN and VOYTEK, 1985).

In the *Dinophysis cf. acuminata*-dominated assemblage, the specific maximum carbon uptake rate, Pm^{B} , was $16 \mu\text{g C } \mu\text{g Chl-}\alpha^{-1} \text{h}^{-1}$. This

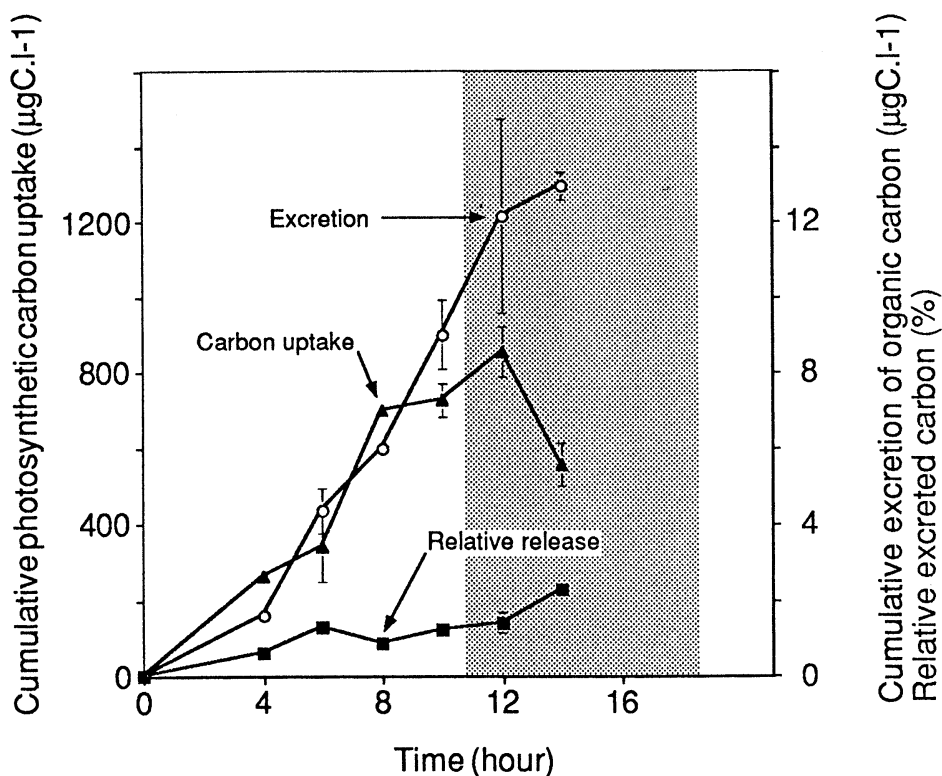


Fig. 3. Cumulative photosynthetic carbon uptake ($\mu\text{g C l}^{-1}$) and cumulative excreted carbon ($\mu\text{g C l}^{-1}$) and relative excreted release (%), over time, in light and dark conditions by a *Dinophysis cf. acuminata*-dominated assemblage.

value is significantly higher than the only other published for the genus *Dinophysis*: $0.45\text{--}1.09 \mu\text{g C } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1}$ in *D. norvegica*-dominated population (SUBBA RAO and PAN, 1993). It is likely that this discrepancy results from the different growth conditions in the two experiments: the temperature was 18°C in our experiment, whereas SUBBA RAO and PAN (1993) incubated their cultures at $10^\circ\text{--}12^\circ\text{C}$. In addition, dominant and companion species were different and the physiological status of the cells might also have been different. As a matter of fact, the photoadaptation indice I_k ($300 \mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) suggests that the cells we used were light-adapted, while those of SUBBA RAO and PAN (1993) were shade-adapted ($I_k = 14\text{--}69 \mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). The different initial slope values α : 0.053 and $0.013\text{--}0.047 \mu\text{g C } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1}$ [$\mu\text{mole m}^{-2} \text{ s}^{-1}$], respectively, also suggests better photonic efficiency in our *Dinophysis cf. acuminata*-dominated population (PLATT *et al.*, 1980). Altogether the P-I parameter values

which have been recorded so far in *Dinophysis* species indicate a high degree of tolerance to high light levels when compared to other dinoflagellates (RICHARDSON *et al.*, 1983); although GARCIA and PURDIE (1992) reported a similar feature for *Gyrodinium cf. aureolum*.

Temperature appeared to be an important factor triggering the photosynthetic activity of *Dinophysis cf. acuminata*. At 18°C , their specific carbon uptake rate was roughly 15 fold higher than that at 7°C . The optimal temperature, 18°C , is that of natural water at which *Dinophysis cf. acuminata* is usually most abundant along the French Atlantic coast (DURAND CLEMENT *et al.*, 1988; DELMAS *et al.*, 1992; LASSUS *et al.*, 1993). Nevertheless, significant photosynthetic activity did occur at 7°C . This finding is consistent with those of other authors who reported *Dinophysis* species growing at rather lower temperature: OZAKA (1985) observed cells of *D. fortii* in the Mutsu Bay, as soon as the temperature of surface water

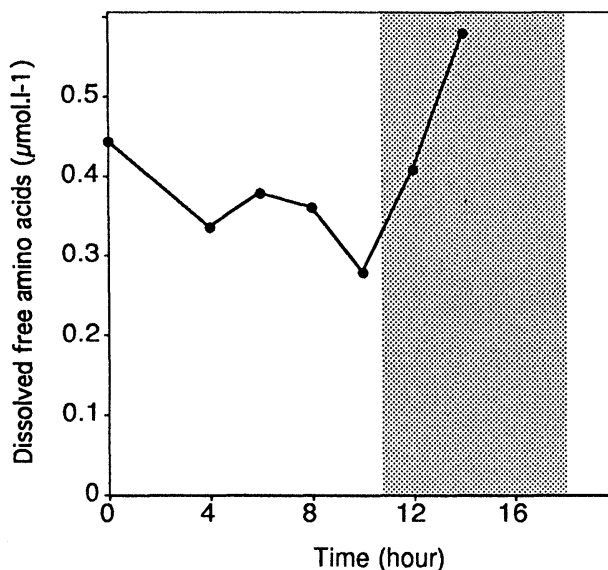


Fig. 4. Variation over time, of DFAA concentration (nM) in water containing a *Dinophysis cf. acuminata*-dominated assemblage.

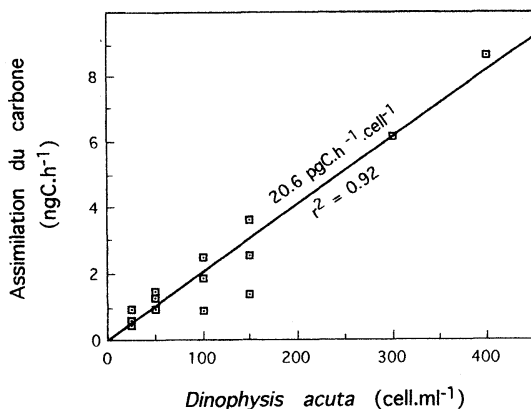


Fig. 5. Total photosynthetic carbon uptake rate in individually isolated cells of *Dinophysis acuta* in relation to the number of pooled cells.

exceeded 8°C, whereas they were undetectable in winter; REGUERA *et al.* (1993) observed proliferations of *Dinophysis cf. acuminata* over a wide range of temperature 12.5°–22°C; and GIACOBBE *et al.* (in press) found several species of *Dinophysis* in a range of temperature (10–28°C), although the maximum growth of *D. sacculus* was found at 19°C.

Losses of inorganic carbon taken up by *Dinophysis cf. acuminata*-dominated assem-

blages occurred at all temperatures (Fig. 1). However, the relative loss rate versus the carbon uptake rate was minimum (circa 10%) at the optimal photosynthesis temperature (18°C); at lower temperature, losses were significantly higher (almost 50%), while a higher temperature caused only a slight increase (circa 15%). Such photosynthetic-carbon losses are not uncommon in marine algae. According to LANGDON (1993), losses of carbon due to respiration may account for up to 40% of the light-saturated photosynthetic rate, and respiratory losses are even larger when the entire euphotic layer is considered. On the other hand, excretion of organic carbon (*i.e.* direct transfer of dissolved organic carbon from the algal cell to the water) in extreme cases may constitute 60–90% of the fixed carbon (LANCELOT, 1979; SAKSHAUG, 1993). At optimal conditions of temperature, light and nutrients, excretion accounted only for 2.5% of a total loss of 10%, thus leaving a 7.5% loss ascribed to respiration.

Such low losses might result from optimal conditions during growth (LANCELOT, 1983) and/or from heterotrophic assimilation and respiration by bacteria of the organic compounds released (LI and DICKIE, 1991). In addition, the uptake of organic compounds by *Dinophysis cf.*

acuminata itself should be considered a possibility. GRANIELI *et al.* (in press) reported that *D. acuminata* and *D. norvegica* are indeed able to assimilate radioactively labelled carbon in the dark, and suggested they may have utilize dissolved organic carbon exudated by other algae or feed on microorganisms through phagocytosis. Moreover, these species have been proved to be mixotrophic and preying upon ciliates (JACOBSON and ANDERSEN, 1994). In conclusion, the uptake of inorganic carbon which occurred during 1.5 hour in the dark phase (Fig. 3) might have resulted from dark fixation; according to LI *et al.* (1993), light-independent ^{14}C fixation in microalgae is accomplished by β -carboxylating enzymes and requires subst-rates originating from an intracellular carbohydrate pool.

The increase of extracellular DFAA during the dark phase (Fig. 4) is rather surprising. MOPPER and LINDROTH (1982), for instance, have shown that DFAA concentration in the Baltic Sea was maximum in the evening and minimum at dawn, and FLYNN and BUTLER (1986) who reviewed laboratory and field studies suggested that maximum rates of DFAA uptake would occur in dark conditions in waters depleted of dissolved inorganic nitrogen. We can at present suggest no clear explanation; we only can remark that DFAA excretion in our experimental cultures occurred under nutrient-replete conditions (12.5 $\mu\text{mole l}^{-1}$ nitrogen and other nutrients at balanced concentrations were added prior to incubation).

From data on the total amount of inorganic carbon taken up versus POC content at the same time in the *Dinophysis cf. acuminata*-dominated population, we calculated a notional specific division rate of 0.37 division day^{-1} . This value is roughly in agreement with DELMAS *et al.* (1993) who calculated, from cell density data, a lower maximum apparent *in situ* growth rate (0.25 division day^{-1} , in a natural population where *D. sacculus*, *D. acuminata* and *D. rotundata* were the most abundant *Dinophysis* species. In contrast, the few other growth rates previously reported for the *Dinophysis* genus were rather higher: GRANIELI *et al.* (in press), from calculation also made with carbon uptake data growth rates, obtained 0.52–0.73 doublings day^{-1} in *D.*

acuminata, 0.25–0.38 doublings day^{-1} in *D. norvegica*, and 0.36–0.45 doubling day^{-1} in *D. acuta*; SAMPAYO (1993), trying to cultivate *Dinophysis* spp., obtained a growth rate of 0.6 division day^{-1} in both *D. acuminata* and *D. acuta*. From estimations by the cell cycle method, CHANG and CARPENTER (1991) reported an *in situ* growth rate (μ) of 0.67 day^{-1} (=0.97 division day^{-1}), in *D. acuminata*. The discrepancy between extreme values might have originated from the different growth conditions, but could also have been influenced by the different protocols of measurement; DELMAS *et al.*'s (1992) values of net growth rate may have been reduced by grazing, while CHANG and CARPENTER's (1991) method eliminated the effect of grazing.

5. Conclusion

The photosynthetic capacity of *D. cf. acuminata* and *D. acuta* is ascertained. Three of the species most frequently cited as being responsible for Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) episodes (LEE *et al.*, 1989; YASUMOTO, 1990) are therefore photosynthetic organisms. Nevertheless, an overall mixotrophic mode of nutrition should be considered a probability.

Acknowledgements

This study was supported by the "Programme National Efflorescences Algales Toxiques". We warmly thank captain CIROT, M. FERME and their teams for help during sampling at Antifer; and Dr. Ian JENKINSON (ACRO, La Roche Canillac) for improving the English version

References

- ANDERSON, D.M. (1989): Toxic algal blooms and red tides : a global perspective. *In*, Red tide : biology, environmental science, and toxicology, 489 p., T. OKAICHI, D.M. ANDERSON and T. NEMOTO (eds.), Elsevier Sci. Publ., New York, 11–16.
- ANTIA, N.J. and J.Y. CHENG (1970): The survival of axenic cultures of marine planktonic algae from prolonged exposure to darkness at 20°C. *Phycologia*, **9**, 179–184.
- BELIN, C. (1993): Distribution of *Dinophysis* spp. and *Alexandrium minutum* along French coasts since 1984 and their DSP and PSP toxicity levels. *In*, Toxic Phytoplankton Blooms in

- the Sea, 952 p., Proceed. Fith Internat. Conf. Toxic Mar. Phytoplankton, 28 Oct.-1 Nov. 1991, Newport, U.S.A., T.J. SMAYDA and Y. SHIMIZU (eds.), Elsevier Sci. Publish., New York, 469-474.
- BERLAND, B.R., S.Y. MAESTRINI, D. GRZEBYK and P. THOMAS (submitted): Recent aspects of nutrition in the dinoflagellate *Dinophysis* cf. *acuminata*. Mar. Microbial Food Webs.
- CHANG, J. and E.J. CARPENTER (1991): Species-specific phytoplankton growth rates via diel DNA synthesis cycles. V. Application to natural populations in Long Island Sound. Mar. Ecol. Progr. Ser., **78**, 115-122.
- DELMAS, D., M.G. FRIKHA and E.A.S. LINLEY (1990): Dissolved primary amine measurements by flow injection analysis with O-phthaldialdehyde : comparison with high-performance liquid chromatography. Mar. Chem., **29**, 145-154.
- DELMAS, D., A. HERBLAND and S.Y. MAESTRINI (1992): Environmental conditions which lead to increase in cell density of the toxic dinoflagellates *Dinophysis* spp. in nutrient-rich and nutrient-poor waters of the French Atlantic coast. Mar. Ecol. Progr. Ser., **89**, 53-61.
- DURAND CLEMENT, M., J.C. CLEMENT, A. MOREAU, N. JEANNE and S. PUISEUX-DAO (1988): New ecological and ultrastructural data on the dinoflagellate *Dinophysis* sp. from the French coast. Mar. Biol., **97**, 37-44.
- FLYNN, K.J. and I. BUTLER (1986): Nitrogen sources for the growth of marine microalgae: role of dissolved free amino acids. Mar. Ecol. Progr. Ser., **34**, 281-304.
- FREUDENTAL, A.R. and J. JACOBS (1991): Observations of *Dinophysis acuminata* and *Dinophysis norvegica* in Long Island waters: toxicity, occurrence following diatom discolored water and co-occurrence with *Ceratium*. In, Abstracts Fith Internat. Conf. Toxic Mar. Phytoplank., Oct. 28-Nov.1, 1991, Newport, R.I., USA, p. 45.
- GARCIA, V.M.T. and D.A. PURDIE (1992): The influence of irradiance on growth, photosynthesis and respiration of *Gyrodinium* cf. *aureolum*. J. Plankton Res., **14**, 1251-1265.
- GIACOBBE, M. G., F. OLIVA, R. LA FERLA, A. PUGLISI, E. CRISAFI and MAIMONE (in press): Potentially-toxic dinoflagellates in mediterranean waters (Sicily) and related hydrobiological conditions. Mar. Microbial Food Webs.
- GRANELI, E., D.M. ANDERSON, P. CARLSSON, G. FINENKO, S. Y. MAESTRINI, E. PAASCHE, M.A. DE M. SAMPAYO and T.J. SMAYDA (in press): Recent progress in studies of the ecology of *Dinophysis* spp. Proceed. Sixth Internat. Conf. Toxic Phytoplankton, 18-22 Oct. 1993, Nantes, France.
- HALLEGRAEFF, G.M. (1993): A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia, **32**, 79-99.
- HALLEGRAEFF, G.M. and I.A.N. LUCAS (1988): The marine dinoflagellate genus *Dinophysis* (Dinophyceae): photosynthetic, neritic and non-photosynthetic, oceanic species. Phycologia, **27**, 25-42.
- JACOBSON, D.M. and R.A. ANDERSEN (1994): The discovery of mixotrophy in photosynthetic species of *Dinophysis* (Dinophyceae): light and electron microscopical observations of food vacuoles in *Dinophysis acuminata*, *D. norvegica* and two heterotrophic dinoflagellate dinoflagellates. Phycologia, **33**, 97-110.
- JACOBSON, D.M. and D.M. ANDERSON (1993): Growth and grazing rates of *Protoperidinium hirobis* Abe, a thecate heterotrophic dinoflagellate. J. Plankton. Res., **15**, 723-736.
- KAT, M. (1983): Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the Dinoflagellate *Dinophysis acuminata*. Antonie van Leeuwenhoe, **49**, 417-427.
- LANCELOT, C. (1979): Gross excretion rates of natural marine phytoplankton and heterotrophic uptake of excreted products in the southern North Sea, as determined by short-term kinetics. Mar. Ecol. -Progr. Ser., **1**, 179-186.
- LANCELOT, C. (1983): Factors affecting phytoplankton extracellular release in the southern bight of the North Sea. Mar. Ecol. -Progr. Ser., **12**, 115-121.
- LANGDON, C. (1993). The significance of respiration in production measurements based on oxygen. In, Measurement of primary production from the molecular to the global scale, 287 p., W.K.W. LI and S.Y. MAESTRINI (eds.), ICES Publish., Copenhagen; ICES mar. Sci. Symp., **197**, 69-78.
- LASSUS, P. and M. BARDOUIL (1991): Le complexe "*Dinophysis acuminata*": identification des Hespèces le long des côtes françaises. Cryptogam. Algol., **12**, 1-9.
- LASSUS, P., F. PRONIEWSKI, P. MAGGI, P. TRUQUET and M. BARDOUIL (1993). Wind-induced toxic bloms of *Dinophysis* cf. *acuminata* in the Antifer area (France). In; Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, 952 p., Proceed. Fith Internat. Conf. on Toxic Marine

- Phytoplankton, 28 Oct.-1 Nov. 1991, Newport, U.S.A., T.J. SMAYDA and Y. SHIMIZU (eds.), Elsevier Sci. Publish., New York, 519-523.
- LEE, J.S., T. IGARASHI, S. FRAGA, E. DAHL, P. HOVGAARD and T. YASUMOTO (1989): Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. *J. appl. Phycol*, **1**, 147-152.
- LEWIS, M.R. and J.C. SMITH (1983): A small-volume, short-incubation-time method for measurement of photosynthesis as a function of incidence irradiance. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.*, **13**, 99-102.
- LI, W.K.W. and P.M. DICKIE (1991): Light and dark ^{14}C uptake in dimly-lit oligotrophic waters: relation to bacterial activity. *J. Plankton. Res.*, **13** (suppl.), 29-44.
- LI, W.K.W., B.D. IRWIN and P.M. DICKIE (1993): Dark fixation of ^{14}C : Variations related to biomass and productivity of phytoplankton and bacteria. *Limnol. Oceanogr.*, **38**, 483-494.
- LUCAS, I.A.N. and M. VESK (1990): The fine structure of two photosynthetic species of *Dinophysis* (Dinophysiales, Dinophyceae). *J. Phycol.*, **26**, 345-357.
- MAESTRINI, S.Y., B.R. BERLAND, D. GRZEBYK and A.-M. SPANO (submitted a): A culture-substitute material for experiment with the D.S.P. marine dinoflagellates *Dinophysis* spp., *Mar. Microbial Food Webs*.
- MAESTRINI, S.Y., A. PASTOUREAUD, B.R. BERLAND, E. GRANIELI and J.-C. LECLERC (submitted b): The photosynthetic pigments of the dinoflagellates *Dinophysis* cf. *acuminata* and *Dinophysis norvegica*. *J. Phycol.*
- MOPPER, K. and P. LINDROTH (1982): Diel and depth variations in dissolved free amino acids and ammonium in the Baltic Sea determined by shipboard HPLC analysis. *Limnol. Oceanogr.*, **27**, 336-347.
- OZAKA Y. (1985). Mutsu bay (in Japanese). *In*, Biology and ecology of shellfish poisoning plankton, 125 p., Y. FUKUYO (ed.), Bull. Jap. Assoc. Sci. Fish., **56**, 59-70.
- PETTY, R.L., W.C. MICHEL, J.P. SNOW and K.S. JOHNSON (1982): Determination of total primary amines in seawater and plant nectar with flow injection sample processing and fluorescence detection. *Analytica Chim. Acta*, **142**, 299-304.
- PLATT, T., C.L. GALLEGOS and W.G. HARRISON (1980): Photoinhibition of photosynthesis in natural assemblages of marine phytoplankton. *J. Mar. Res.*, **38**, 687-701.
- REGUERA B., J. MARINO, M.J. CAMPOS, I. BRAVO, S. FRAGA and A. CARBONELL (1993). Trends in the occurrence of *Dinophysis* spp. in galician waters. *In*, Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, 952 p., Proceed. Fith Internat. Conf. on Toxic Marine Phytoplankton, 28 Oct.-1 Nov. 1991, Newport, U.S.A., T.J. SMAYDA and Y. SHIMIZU (eds.), Elsevier Sci. Publish., New York, 559-564.
- RICHARDSON, K., J. BEARDALL and J.A. RAVEN (1983): Adaptation of unicellular algae to irradiance: an analysis of strategies. *New Phytol.*, **93**, 157-191.
- RIVKIN, R.B. and H.H., SELIGER (1981): Liquid scintillation counting for ^{14}C uptake of single algal cells isolated from natural samples. *Limnol. Oceanogr.*, **6**, 780-785.
- RIVKIN R.B. and M.A. VOYTEK (1985): Photoadaptations of photosynthesis by dinoflagellates from natural populations: a species approach. *In*, Proceed. Third Internat. Conf. Toxic Dinoflagellates, 561 p., D.M. Anderson A.W. WHITE and D.G. BADEN (eds.), Elsevier Sci. Publish., New York, 97-102.
- SAKSHAUG, E. (1993): The relationship between phytoplankton growth rate and production with emphasis on respiration and excretion. *In*, Measurement of primary production from the molecular to the global scale, 287 p., W.K.W. LI and S.Y. MAESTRINI (eds.), ICES Publish., Copenhagen; ICES mar. Sci. Symp., **197**, 63-68.
- SAMPAYO M.A. de M. (1993). Trying to cultivate *Dinophysis* spp. *In*, Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, 952 p., Proceed. Fith Internat. Conf. on Toxic Marine Phytoplankton, 28 Oct.-1 Nov. 1991. Newport, U.S.A., T.J. SMAYDA and Y. SHIMIZU (eds.), Elsevier Sci. Publish., New York, 807-810.
- SCHNEPF, E. and M. ELBRÄCHTER (1988): Cryptophycean-like double membrane-bound chloroplast in the Dinoflagellate, *Dinophysis* Ehrenb.: evolutionary, phylogenetic and toxicological implications. *Botanica Acta*, **101**, 196-203.
- SMAYDA T.J. (1990): Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for a global epidemic. *In*, Toxic marine phytoplankton, 554 p., Proceed. Fourth Internat. Conf. Toxic Mar. Phytoplank., 26-30 June 1989, Lund, Sweden, E. GRANIELI, B. SUNDSTROM, L. EDLER and D.M. ANDERSON (eds.), Elsevier Publish., New York, 29-40.
- SOURNIA, A., C. BELIN, C. BILLARD, M. CATHERINE, E. ERARD-LE DENN, J. FRENSNEL, P. LASSUS, A. PASTOUREAUD and R. SOULARD (1992): The

- repetitive and expanding occurrence of a green, bloom-forming dinoflagellate (Dinophyceae) on the coasts of France. *Cryptogam. Algol.*, **13**, 1-13.
- SUBBA RAO, D.V. and Y. PAN (1993): Photosynthetic characteristics of *Dinophysis norvegica* Claparede and Lachmann, a red-tide dinoflagellate. *J. Plankton. Res.*, **15**, 965-976.
- SUBBA RAO, D.V., Y. PAN, V. ZITKO, G. BUGDEN and K. MACKEIGAN (1993): Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) associated with a sub-surface bloom of *Dinophysis norvegica* in Bedford Basin, eastern Canada. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **97**, 117-126.
- YASUMOTO T. (1990). Marine microorganisms toxins - An overview. *In*, Toxic marine phytoplankton, 554 p., *Proceed. Fourth Internat. Conf. Toxic Mar. Phytoplank.*, 26-30 June 1989, Lund, Sweden, E. GRANELL, B. SUNDBLAD, L. EDLER and D.M. ANDERSON (eds.), Elsevier Publish., New York, 3-8.
- YASUMOTO, T., Y. OSHIMA, W. SUGAWARA, Y. FUKUYO, H. OGURI, T. IGARASHI and N. KUJITA (1980): Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. *Bull. jap. Soc. scient. Fish.*, **46**, 1405-1411.
- YENTSCH, C.S. and D.W. MENZEL (1963): A method for the determination of phytoplankton and pheophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, **10**, 221-231.

Résumé-Des populations phytoplanctoniques naturelles des côtes atlantiques françaises ont été enrichies en *D. cf. acuminata* and *D. sacculus* par filtration différentielle et sédimentation inverse. Le taux d'assimilation photosynthétique du carbone a été mesuré (^{14}C) sur une suspension cellulaire exempte de Diatomées et fortement dominée par *D. cf. acuminata* et sur des cellules de *D. acuta* isolées une à une et ensuite regroupées en nombre croissant. En présence de lumière, l'assimilation photoautotrophe a été directement proportionnelle au temps d'incubation ou au nombre de cellules. Le taux moyen d'assimilation par cellule de *D. acuta* est relativement faible (21 pg C h^{-1}). Le taux d'assimilation chez la population dominée par *D. cf. acuminata* s'accroît quand la température s'élève de 7°C à 18°C ; à 23°C , il est réduit de moitié par rapport à la valeur maximale. Une fraction importante du carbone assimilé est rejetée à l'obscurité (36-48% à $7-11^\circ\text{C}$ et 12% à 18°C). Dans des conditions optimales de croissance, l'excrétion de carbone organique est continue et faible (0.5-2.3% du carbone assimilé). A la fin de la phase obscure, la concentration des acides aminés libres dissous (DFAA) augmente significativement et représente 37% du carbone excrété total. Les paramètres P-I ont des valeurs semblables à celles mentionnées pour d'autres espèces phytoplanctoniques: $\alpha = 0.053 \mu\text{gC } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1} [\mu\text{mole m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$, $\text{Pm}^{\text{B}} = 16 \mu\text{gC } \mu\text{g Chl-}a^{-1} \text{ h}^{-1}$ et $\text{I}_k = 300 \mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Le taux de croissance de la population dominée par *D. cf. acuminata* est estimé à 0.35 division. jour $^{-1}$.

Ces résultats établissent la capacité d'assimilation photosynthétique de *D. cf. acuminata* et *D. acuta*, sans exclure un comportement nutritionnel mixotrophe.

有毒渦鞭毛藻類 *Dinophysis cf. acuminata* および
Dinophysis acuta の光合成能

Brigitte R. BERLAND • Serge Y. MAESTRINI
Christian BECHEMIN • Catherine LEGRAND

要旨：フランスの大西洋沿岸域の天然植物プランクトン群から、サイズフラクションおよび逆沈降法によって *Dinophysis cf. acuminata* と *D. sacculus* を濃縮し、圧倒的に *D. cf. acuminata* が優占する群を得た。また細胞の個別分離により、*Dinophysis acuta* の個体群を濃縮した。*D. cf. acuminata* の優占する群およびこれとは別に *D. acuta* の優占する群について、無機炭素の取り込みを¹⁴C法によって測定した。明所においては、炭素の取り込みはインキュベーション時間に比例して増加し、また細胞数に直接比例して増加したが、個々の細胞当りの平均取り込み測定は *D. acuta* の群では低かった (21pg C・h⁻¹)。 *D. cf. acuminata* の優占する群では、取り込み速度は7℃から

18℃の範囲では温度に正の相関を示したが、18℃から23℃の範囲では逆に負の相関を示した。暗所では、7℃から11℃の範囲では取り込まれた炭素の36%から48%が失われたが、18℃ではわずかに12%が失われたにすぎなかった。最適生育条件下では、有機炭素の排出は取り込まれた無機炭素のわずか0.5-2.3%にすぎなかった。暗期の終わりには、溶存遊離アミノ酸 (DFAA) は全排出炭素の37%に達し、培地中に溶存するアミノ酸の濃度を著しく高めた。光合成-光曲線の諸特性、 $\alpha = 0.053 \mu\text{gC} \mu\text{gChl}^{-1} \text{h}^{-1}$ および $I_k = 300 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$ は他の種で得られている値とほぼ同様であり、強光に対する高い耐性を示した。炭素の取り込み速度から、*D. cf. acuminata* 優占個体群の分裂速度は1日あたり0.35と見積られた。

以上の結果から *D. cf. acuminata* および *D. sacculus* は光合成能を持つことが証明された。しかしながら、彼らが総合的な混合栄養を行う可能性も否定できない。

Some Improvements in the Salicylate-Dichloroisocyanurate Method for Determining Ammonia in Seawater*

Jing-shan YU**, Takashi ISHIMARU**, Masaaki MURANO** and Akira OTSUKI**

Abstract: An automated indophenol blue method using low toxic salicylate and stable dichloroisocyanurate are applied for determining ammonia in seawater. Light treated and non-light treated potassium hexacyanoferrate were examined as catalysts and the sensitivity were compared with nitroprusside. A low reaction temperature of 45°C which does not cause ammonia formation from amino acids can give sufficient sensitivity for the determination.

1. Introduction

Phenol-hypochlorite method of SOLORZANO (1969) is widely used to measure the concentration of ammonia in seawater in both manual and automated analyses. This method is based on indophenol reaction in which ammonia reacts with phenol and sodium hypochlorite in the presence of sodium nitroprusside to produce an indophenol blue. However, phenol is not easy to deal with because of its toxicity, stimulative smell and corrosiveness, especially in a laboratory where living organisms are handled. Furthermore, a noxious, highly volatile *o*-chlorophenol is formed during measurement. It penetrates human skin rapidly, and is nearly 3 times more toxic than phenol to fish (see BOWER and HOLM-HANSEN, 1980).

OTSUKI and SEKIGUHI (1983) applied salicylate-dichloroisocyanurate (DIC) method to an automated analysis of ammonia in freshwater. In this method, the salicylate has low toxicity and DIC is stable in the condition of powder and DIC is also more stable than hypochlorite in solution. They used potassium hexacyanoferrate (CF) as a catalyst which are known to give a blank lower than nitroprusside. A heating temperature of 55 °C were used in their study to get enough sensitivity, but they also suggested the temperature could cause interferences due to the

release of the ammonia from some amino acids and urea in the water. LIDDICOAT *et al.* (1975) and HAMPSON (1977) applied the ultraviolet light irradiation for activating CF as a catalyst to get higher sensitivity.

In the present study, we applied the salicylate-DIC method to automated determination of ammonia in seawater. CF activation by fluorescent lamp also has been tested to get high sensitivity and lower reaction temperature.

2. Experimental

Apparatus A Technicon-type autoanalyzer which is composed of a MHRE 22 proportioning pump (Watson-Marlow Co.) and a PP-1 colorimeter (Hirama Inst.) has been used in this study. The schematic layout of the manifold is shown in Fig. 1.

Reagents Ultra pure water which were obtained from Milli-Q system (Millipore Co.) was used for the preparation of reagents. Offshore seawater without detectable concentration of ammonia was used for the preparation of standard ammonia solutions. Reagents were prepared according to the previous method by OTSUKI and SEKIGUCHI (1983), except the sodium nitroprusside solution.

1) Buffer-catalyst reagent; 0.8g of sodium hydroxide, 20g of trisodium citrate and 4g of CF or 0.02-0.08g of sodium nitroprusside were dissolved and made up to 200ml.

2) Salicylate reagent; 80g of sodium salicylate was dissolved and made up to 200ml.

3) Chlorine donating reagent; 4g of sodium

* Received April 20, 1994

** Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minatoku, Tokyo 108

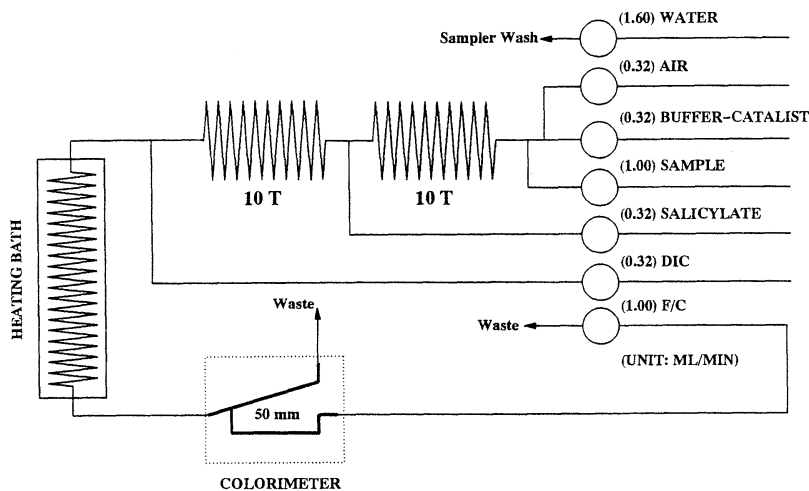


Fig. 1. Schematic diagram of manifold for the automated determination of ammonia in seawater.

Table 1. Influence of salinity.

Concentration of ammonia (μM)	Absorbance of color-developed sample			
	Freshwater		Seawater	
	I	II	I	II
10	0.185	0.189	0.189	0.190
50	0.483	0.485	0.490	0.492
100	0.650	—	0.645	—

hydroxide and 2g of DIC were dissolved and made up to 200ml.

4) Standards; The stock standard solution was prepared by dissolving 0.6607g of ammonium sulphate to 1000ml of water. The working standard solutions were prepared by diluting stock standard solution.

0.1ml of Brij-35 was added to each reagent.

Light activation of hexacyanoferrate by fluorescent lamp The buffer-catalyst reagents were irradiated by a fluorescent lamp (Toshiba NEOLINE, 10W) at a distance of 0.1m before adding to the sample, when CF was used as a catalyst. After keeping the buffer-catalyst reagent in the dark for 3 hours, the blank experiment was performed for the comparison with activated reagent.

3. Results and Discussion

Influence of salinity We applied the same

buffer and coloring reagent concentration as those which is used in OTSUKI and SEKIGUCHI's method (1983). To assess the effect of salinity on absorbance, two groups of standards were tested by using CF as the catalyst. Although differences in salinity caused fluctuation in absorbance in the flow cell of the colorimeter at the beginning of the mixing, identical height in absorbance was obtained with standards in freshwater and seawater (Table 1). According to KOROLEFF (see SEARLE, 1984) the "salt effect" is directly related to the differences in the reaction pH and precipitates formed with seawater. Therefore, the concentration of trisodium buffer and pH in the OTSUKI and SEKIGUCHI (1983) are adequate for seawater analysis.

Absorption spectrum The maximum absorption wave length of indophenols depends on the constituent of phenolic compound. They also have minor changes depending on the reagent concentrations, pH and the presence of an organic solvent. The maximum absorption wave length of indophenol obtained from the present method (Fig. 2) suggests that a range of wave length between 626 nm and 668 nm is suitable for the present automated method. The wave length of maximum absorption is similar to the result of acetone-catalyzed manual *o*-chlorophenol method, rather than that of sodium salicylate in manual methods (SEARLE, 1984).

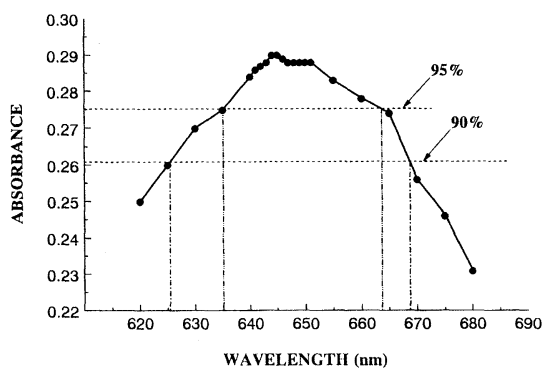


Fig. 2. Relationship between wavelength of colorimeter and absorbance of color-developed sample solution.

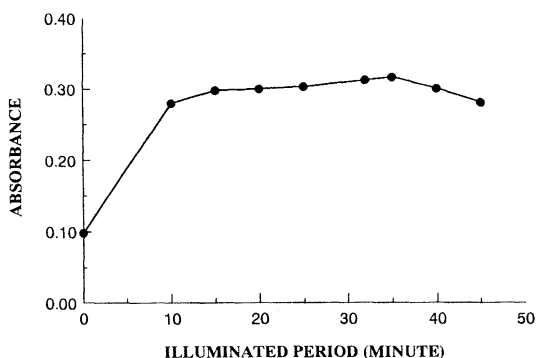


Fig. 3. Relationship between illuminated period of catalyst and absorbance of color-developed sample solution.

Catalyst Fluorescent lamp was applied instead of ultraviolet lamp, when CF was used as the catalyst. Absorbance increased about 3 times higher than that of untreated CF (Fig. 3), when an irradiation more than 10 minutes was used. Although the actual mechanism is not completely understood (SEARLE, 1984), it has been found that ultraviolet light irradiation is suitable for the formation of aquapentacyanoferrate which is considered to be the catalyzing ion. KROM (1980) summarized the reaction mechanism and concluded that aquapentacyanoferrate can be produced from nitroprusside via oxidation and also from hexacyanoferrate via ultraviolet light irradiation. Fluorescent lamp can also be used for the activation of CF.

OTSUKI and SEKIGUCHI (1983) raised the reaction temperature to 55 °C, for the purpose of increasing the sensitivity. We tested the light

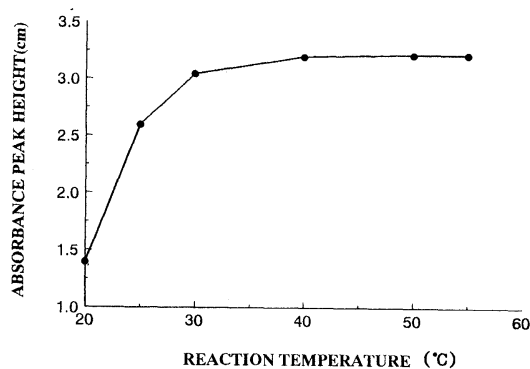


Fig. 4. Relationship between reaction temperature and absorbance peak height of color-developed sample solution.

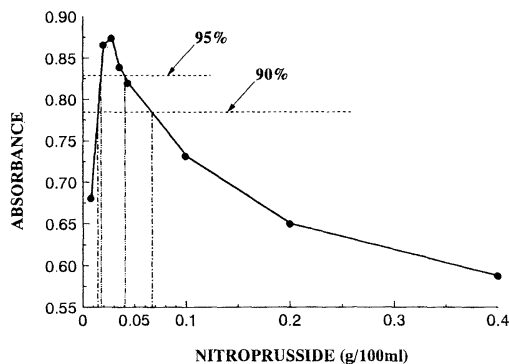


Fig. 5. Relationship between nitroprusside concentration and absorbance of color-developed sample solution.

activated catalyst reagent at various temperature between 20 and 55 °C (Fig. 4). The activity saturated when temperatures higher than 40 °C are applied. OTSUKI and SEKIGUCHI (1983) showed that with raising temperature absorbance peak was increased exponentially from 37 to 55 °C. If non-activated CF was used as the catalyst, higher reaction temperatures may be necessary to obtain higher sensitivity, because the formation of aquapentacyanoferrate may also be temperature dependent. Amino acids in seawater are reported to decompose and release ammonia at a temperature higher than 50 °C. Therefore 45 °C may adequate as reaction temperature, especially for the analysis in productive seawaters including high concentrations of amino acids.

To compare the sensitivity of salicylate-CF method and the salicylate-nitroprusside method, the optimum concentration of nitroprusside was

Table 2. Comparison between salicylate-nitroprusside method and salicylate-CF method on blank absorbances and sensitivities.

Concentration	Blank Abs.	10 μ M Abs.
Hexacyanoferrate	0.042	0.312
Nitroprusside	0.076	0.333

determined. Optimum concentrations of nitroprusside were between 0.02 to 0.04g/100 ml (Fig. 5). Higher concentration more than 0.4g/100 ml decreased the absorption value about 30 % of the optimum. The result is inconsistent to HARWOOD and HUYSER (1970) in which increasing concentration of nitroprusside over the optimum did not affect the sensitivity, if other reagents were kept constant. The final concentration to give highest sensitivity was 47 mg/l which is almost the half of the Technicon method (88 mg/l) (Technicon method, 1978). The salicylate-nitroprusside method has a slightly higher sensitivity than the salicylate-CF method, but it has higher blank (Table 2).

4. Conclusion

Salicylate-DIC method of OTSUKI and SEKIGUCHI (1983) can be applied for the determination of ammonia in seawater. Salicylate-CF method has lower blanks, but needs light irradiation; salicylate-nitroprusside method is more convenient, but has high blank values. We suggest the use of salicylate-nitroprusside

method for usual measurement, but salicylate-CF method with light activation for the determination of low concentration of ammonia which needs a low blank.

References

- BOWERE C.E., and T. HOLM-HANSEN (1980) : A salicylate-hypochlorite method for determining ammonia in seawater. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**, 794-798.
- KROM, M.D. (1980) : Spectrophotometric determination of ammonia: A study of a modified Berthelot reaction using salicylate and dichloroisocyanurate. *Analyst*, **105**, 305-316.
- LIDDICOT, M. I., S. TIBBITTS and E.I. BUTLER (1975) : The determination of ammonia in sea water. *Limnol. Oceanogr.*, **20**, 131-132.
- HAMPSON, B.L. (1977) : The analysis of ammonia in polluted sea water. *Water Res.*, **11**, 305-308.
- HARWOOD, J.E. and D.J. HUYSER (1970) : Automated analysis of ammonia in water. *Water Res.*, **4**, 695-704.
- OTSUKI, A. and K. SEKIGUCHI (1983) : Automated determination of ammonia in natural freshwaters using salicylate-hexacyanoferrate-deichloroisocyanurate system. *Analytical letters*, **16** (A13), 979-985.
- SOLORZANO, L. (1969) : Determination of ammonia in natural waters by the phenol hypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.*, **14**, 799-801.
- SEARLE, P.L. (1984) : The Berthelot or indophenol reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. *Analyst*, vol. **109**, 549-568.
- Technicon method (1978) : No. 154-71W/B.

サリチル酸-Dichloroisocyanurate法による 海水中のアンモニアの測定

魚 京善・石丸 隆・村野正昭・大槻 晃

要旨：海水中のアンモニアの自動分析は従来フェノール-次亜塩素酸ナトリウム法によって行われてきたが、フェノール及び中間生成物の *o*-chlorophenol は極めて毒性が高いため、生物を取り扱う研究室での使用には適さない。本研究では、フェノールの代わりに毒性の低いサリチル酸ナトリウムを、また不安定で保存しにくい次亜塩素酸ナトリウムの代わりに Dichloroisocyanurate を用いる方法を海水の自動分析に適用した。触媒としてはニトロプルシドとブランクの低い Hexacyanoferrate を用いる方法を比較した。Hexacyanoferrate を蛍光灯照射して活性化することにより、高い感度を得ることができた。これにより、反応温度をアミノ酸分解によるアンモニア生成の起こらない45℃以下に抑えることができた。

黒潮流軸周辺の渦度フロント*

中村重久**

Vorticity Front around Kuroshio Flow*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: Vorticity front around the Kuroshio flow is studied by using a theoretical model and a NOAA satellite thermal imagery. This vorticity front can be taken as a thermohaline or a thermal front which is located just neighbour the Kuroshio flow. This front could do to demonstrate the sea level rise during a period of the Kuroshio flow shifting to the coast. The Kuroshio shift is one of the factors at evaluating coastal hazards caused by a storm surge accompanied by a typhoon.

1. 緒言

黒潮流軸周辺の渦度フロントについて、理論的モデルおよびNOAA衛星赤外画像によって検討した結果の要点を述べる。理論的モデルは、地球自転の効果も含むので、地球上の黒潮類似の流れのある海域における渦度場を考えることと同等なことになる。

日本列島太平洋沿岸域では、台風の原因する高潮災害対策が、開発事業と表裏一体の関係にあり、この問題は、社会的にも影響する範囲が大きい（たとえば、NAKAMURA, 1981; 1988; 1992）。

このような高潮災害には、黒潮接岸にともなう沿岸潮位の上昇なども関与するものと考えられる。黒潮流軸は、太平洋北西部の表層で、熱塩フロント（あるいは水温フロント）の勾配が最大の位置に近いとされている。本文では、熱塩フロントは海水密度に関係し、渦度フロントとして動力学的にみることができるとして検討し、その特性を論じた。

2. 黒潮フロント

黒潮フロントは一体何であろうか。海の中にみられるフロントには、いろいろの種類がある（FEDOROV, 1986）。

力学的にみて、フロントには、海洋大循環のような惑星力学のスケールのものであり、また、その複雑さは、

気候学的スケールとしてとらえられる例もある。黒潮に影響をうけるフロントは、このスケールである。

また、局所的な流れの相互作用ともつながりをもったものも考えられる。さらに、巨視的地形との相互作用も認められる。海底境界層付近の現象も無視できない。

総観的にみて、外洋で認められるものと沿岸域や湧昇域で認められるものに分類できる。

地衡流としてみることができかどうかで、海域によっては、フロントが内部境界面とみなされることもある。河川流出の例は地衡流を考える必要のない例であるが、黒潮流域まで河川流出水がひろがり、黒潮の影響を受けるような場合には、海水塩分が重要な働きをする（NAKAMURA, 1990）。とくに、日本列島の南沖を流れる黒潮の場合、海陸相互作用として、水平シアー流があらわれることに注目しなくてはならない（NAKAMURA, 1992）。

上述の水平シアー流の問題を、地球規模のスケールの問題として検討するには、渦度ポテンシャルの概念を導入すると都合がよい。

ところで、渦度ポテンシャル（以下、渦度と記す）のフロントは、過去において、研究された例がある。たとえば、2次元非粘性の問題として DRITSCHEL (1989), GRIMSHAW and YI (1991) の例がある。準地衡流の問題として渦度フロントを検討した例としては、準地衡流に海底地形をあわせて考慮にいたった研究（SEND, 1989; GRIMSHAW and YI, 1991）がある。

3. 基礎方程式

流れの記述のために、無次元量を導入し、これによって基礎方程式を表現することを考える。ここでは、水平

* 1994年2月20日受理 Received February 20, 1994

** 京都大学防災研究所付属白浜海象観測所
〒649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22 Japan

スケールとして黒潮フロントの波長 L_1 をえらぶ。時間スケールは f_1 の逆数 (f_1 はコリオリ・パラメータ), 鉛直スケールは h_1 とする (cf. Fig. 1)。

このとき, 非発散性順だの現象に対する運動方程式は,

$$\begin{bmatrix} \frac{du}{dt} - fv \\ \frac{dv}{dt} + fu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\eta_x \\ -\eta_y \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

ここに, 流速の x および y 成分を u および v とし, 海面の水位を η とする。ただし,

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y},$$

$$(\eta_x, \eta_y) = (\partial\eta/\partial x, \partial\eta/\partial y)$$

なお, 海面の時間的変動はゆるやかであって, 近似的に, $\partial\eta/\partial t=0$ とする。このとき, 連続の条件として,

$$\frac{\partial\eta}{\partial t} = \int_h^0 [(hu)_x + (hv)_y] dz \dots\dots\dots(2)$$

より,

$$(hu)_x + (hv)_y = 0 \dots\dots\dots(3)$$

ここで, 海岸線を $x=0$ とし, 水深 $h(x)$ は単調増加関数とし, $x \rightarrow \infty$ のとき $h=h_0$ とする。式(1)から η を消去すると, 渦度方程式が得られる。すなわち,

$$\frac{d}{dt} [(f+\zeta)/h] = 0 \dots\dots\dots(4)$$

ただし,

$$\zeta = v_x - u_y$$

ここで, 流線関数 ϕ を導入して流量の表示をはかる。このとき,

$$(hu, hv) = (\phi_y, -\phi_x) \dots\dots\dots(5)$$

また, 式(4)を $dq/dt=0$ と書くことにすると,

$$hq = f - (\phi_x/h)_x - (\phi_{yy}/h) \dots\dots\dots(6)$$

したがって, 式(4)は関数 ϕ のみで表わされることになる。

ここで, 海岸線および沖合では流れがないという境界条件は, 次のように与える。

$$(\phi_{x=0}, \phi_{yx \rightarrow \infty}) = (0, 0) \dots\dots\dots(7)$$

さらに, ポテンシャル渦度の場合としての海は, ひとつの境界 $x=L(y, t)$ で2つの領域に分けられているものとする。すなわち,

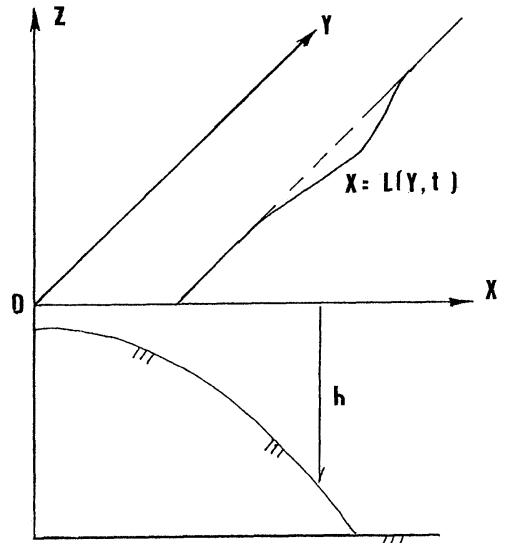


Fig. 1. Schematic model of a vorticity front as the Kuroshio front $x=L(Y, t)$ around a shelf which is shown by a bathymetric pattern $h=h(x)$ off the coast (O-Y).

A model distribution of v_0 along the X axis demonstrates a discontinuous profile at $x=1$.

$$[q(0 < x < L), q(x > L)] = (Q_1, Q_0) \dots\dots(8)$$

場合によっては, 関数 $x=L(y, t)$ は y の多価関数となることがあるかもしれない。ここで考えた境界面での運動学的条件は,

$$L_t + vL_y = u \dots\dots\dots(9)$$

ここに, 式(9)は, 流れに対する連続の条件が成立していることを示している。便宜的に, 上の境界条件を等価なラグランジュの条件におきかえるとすると, 境界では,

$$\left(\frac{dL}{dt}, \frac{dy}{dt}\right) = [u(L, y, t), v(L, y, t)] \dots\dots\dots(10)$$

つぎに, 沿岸流 $v_0(x)$ について, ポテンシャル渦度の

分布が $y \rightarrow \infty (L \rightarrow \infty, \text{かつ}, u \rightarrow 0)$ の場合にも成立つものとする。このとき、式(4)と(8)とから、

$$\begin{cases} V_{0x}(0 < x < L) \\ V_{0x}(x > L) \end{cases} = \begin{cases} -f + Q_0 h \\ -f + Q_0 h \end{cases} \quad \dots\dots(11)$$

ここで、 $V_0(x)$ が $x=l$ で不連続とならないためには、

$$V_0(x) = V + (Q_0 h_0 - f) \cdot (x - l) + Q_0 \cdot F_1 + (Q_1 - Q_0) \cdot H(l - x) \cdot F_2 \quad \dots\dots(12)$$

ただし、

$$(F_1, F_2) = \left[\int_1^x (h(x') - h_0) dx', \int_1^x h(x') dx' \right] \quad \dots(13)$$

さて、 $x \rightarrow \infty$ で v_0 は有限でなくてはならないから $Q_0 = f/h_0$ 。ここで、積分定数を $V=0$ とおくことにすると、 $V_0(l)=0$ 。

また、 $H(x)$ は、変数 x に対するヘビサイド階段関数。そして、 $x \rightarrow \infty$ で $h \rightarrow h_0$ を考慮にいれると、ここでの基本的流線関数は、

$$\phi_0(x) = - \int_0^x v_0(x') \cdot h(x') dx' \quad \dots\dots(14)$$

そして $\phi = \phi_0(x) + \phi$ と書くと、式(6)と(8)とから、

$$(\phi_x/h)_x + \phi_{yy}/h = \begin{cases} -\Delta Q \cdot h, & \text{for } l < x < L, \\ \Delta Q \cdot h, & \text{for } L < x < l, \\ 0, & \text{for } |x| > L \end{cases} \quad \dots\dots(15)$$

ただし、 $\Delta Q = Q_1 - Q_0$ 。このとき、境界条件は、

$$\phi = 0, \text{ for } x = 0 \quad \dots\dots(16)$$

$$\phi \rightarrow 0, \text{ for } x^2 + y^2 \rightarrow \infty \quad \dots\dots(17)$$

そして境界で、 ϕ, ϕ_x, ϕ_y は連続であるとする。式(15)を解くために、グリーン関数 $G(x, \xi, y - \eta)$ を導入する。この関数は、次式を満すものとする。

$$(G_x/h)_x + G_{yy}/h = \delta(x - \xi) \cdot \delta(y - \eta) \quad \dots(18)$$

ただし、

$$\begin{cases} G = 0, & \text{for } x = 0, \\ G \rightarrow 0, & \text{for } x^2 + y^2 \rightarrow \infty \end{cases} \quad \dots\dots(19)$$

ここに、

$$\phi(x, y, t) = -\Delta Q \int_{-\infty}^{\infty} dy' \int_l^{L(y', 0)} G(x', x; y' - y) \cdot h(x') dx' \quad \dots\dots(20)$$

これに対応する流速場は、式(5)と(15)とから、

$$\begin{cases} u(x, y, t) \\ v(x, y, t) \end{cases}$$

$$= -\frac{\Delta Q}{h(x)} \int_{-\infty}^{\infty} dy' \left[\int_l^{L(y', 0)} G_y(x', x; y' - y) \cdot h(x') dx' \right] - \frac{\Delta Q}{h(x)} \int_{-\infty}^{\infty} dy' \left[\int_l^{L(y', 0)} G_x(x', x; y' - y) \cdot h(x') dx' \right] \quad \dots\dots(21)$$

式(18)から、このようなグリーン関数が見つければ、式(21)は、式(10)と結びつけて考えることができるようになり、境界の時間的変化に対する微積分方程式が得られることになる。ここで複素積分の応用を考えるために、まず、グリーン関数を、 $h(x)$ に対する解析関数で表すことを考えよう。そこで、流線関数の発散点 (x', y') 周辺のみに着目すると、近似的に、

$$G(x', x; y' - y) = [h(x)/(2\pi)] \log(R/R_i) \quad \dots\dots(22)$$

ただし、

$$\begin{cases} R \\ R_i \end{cases} = \begin{cases} ((x - x')^2 + (y - y')^2)^{1/2} \\ ((x + x')^2 + (y - y')^2)^{1/2} \end{cases} \quad \dots\dots(23)$$

この式(23)の虚部は、式(19)における海岸線の境界条件を満す。

水深が一定ならば、式(22)は厳密解としてうけとることが可能である。

海底がゆるやかに傾斜している場合には、式(21)の積分を、境界上の複素積分におきかえる。式(20)の場合には、グリーン関数は $y' - y$ のみによるから、作業は簡単である。すなわち、 y についての微分を y' についての微分におきかえて、部分積分をすると、

$$u(x, y, t) = -\frac{\Delta Q}{h(x)} \int_{-\infty}^{\infty} h(L') G(L', y'; y' - y) dL' \quad \dots\dots(24)$$

ここに、

$$(L', dL') = (L(y', t), (\partial L / \partial y') dy') \quad \dots\dots(25)$$

ここでの作業は、長波近似としての理論 GRIMSHAW and YI (1990) を再構成して、ここで必要な当面の課題の解決のいとぐちを得ることにある。これは、GRIMSHAW and YI (1991) の研究につながっている。こうして、グリーン関数の近似による解決法によって、 $\phi(x, y, t)$ の近似を簡単に得ることも可能である。

さて、式(15)について、 $x > x_0$ の範囲で、 $h = h_0$ とし、

等深線は $0 < x < x_0$ の領域内で与えられているものとする。このとき、式(15)の解は、次のようになる。すなわち、

$$\phi = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_0(B) \cdot \exp[iky - |k|(x-x_0)] dk \quad \dots\dots\dots(26)$$

ただし、

$$\begin{bmatrix} F(B) \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_{-\infty}^{\infty} B(y, t) \cdot \exp(iky) dk \\ \phi(x_0, y, t) \end{bmatrix}$$

つぎに、区間 $0 < x < x_0$ について、長波近似により式(15)の y についての微分は無視できるようになることに注目しよう。そこで、式(17)の境界条件下での、式(16)の近似解は、 $x = x_0$ における式(26)の形の解とうまく接続できることになる。

式(14)および(15)により、近似的に、

$$\begin{aligned} \phi(L, y, t) &= \frac{f}{h_0} \int_0^L h(x) dx \int_i^x [h'_0 - h(x')] dx' \\ &+ \Delta Q \left[\frac{1}{2} H_0^2 + \frac{H_0}{h'_0} B_0(M) \right] \dots\dots\dots(27) \end{aligned}$$

ここに、 $M = (1/2) [H_0^2 - h_0^2]$ 。そして、

$$\begin{bmatrix} H_0 \\ h_0 \\ B_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_0^L h(x) dx \\ \int_0^L h(x) dx \\ -\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |k| \cdot F_0(M) \cdot \exp(iky) dk \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots(28)$$

さて、式(5)を用いて式(9)を書きかえると、

$$h(L) \cdot L_t = [\phi(L, y, t)]_y, \quad \dots\dots\dots(29)$$

式(27)の近似式を、上の式(29)に代入すると、 L についての発展方程式が得られる (cf. GRIMSHAW and YI, 1990)。

とくに、弱い非線形問題で、分散性を考えなくてもよいときは、式(29)は、

$$L_t = q_h [C_0 L_y + (1 + \frac{f}{q_h} (1 - h_r)) (L - l) L_y] \quad \dots\dots\dots(30)$$

ただし、

$$\begin{aligned} (c_0, h_r, r_1, q_h, h_r) &= \\ (\frac{1}{h_1} \int_0^L h(x) dx, h(L), f/q_h, \Delta Q h_1, h_1/h_0) \end{aligned}$$

したがって、この場合、小振幅の長波であれば、 Q の

正あるいは負に対応して、変動は y 軸沿いに正あるいは負の方向に速さ C_0 で伝わっていくことになる。

4. グリーン関数

ここで、問題の解を得るかぎとなるグリーン関数について検討する。このグリーン関数は、式(18)で定義されている。一般解をもとめるためには、 y についてのフーリエ変換を利用するとよい。すなわち、

$$\begin{aligned} G(x, \xi; y - \eta) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} G_0(x, \xi; k) \exp[ik(y - \eta)] dk \\ &\dots\dots\dots(31) \end{aligned}$$

式(18)より、

$$(G_{0x}/h)_x - k^2 G_0/h = \partial(x - \xi) \quad \dots\dots\dots(32)$$

ここに、

$$\begin{aligned} G_0 &= 0, \quad \text{for } x = 0, \\ G_0 &\rightarrow \infty, \quad \text{for } x \rightarrow \infty \end{aligned}$$

さて、 $x > x_0$ で $h = h_0$ とすると、

$$G_0(x, \xi; k) = G_0(x_0, \xi; k) \cdot \exp[-|k|(x - x_0)] \quad \dots\dots\dots(33)$$

とくに、水深が指数関数的に変化しているものとする ($0 < x < x_0$)、

$$h(x) = h_1 \exp[s(x - l)] \quad \dots\dots\dots(34)$$

したがって、

$$h_0 = h_1 \exp[s(x_0 - l)]$$

ここに、 h_1 は、変動のないときの境界の深さである。だから、 $0 < \xi < x_0$ のときには、

$$\begin{aligned} &\begin{bmatrix} G_0(0 < x < \xi) \\ G_0(\xi < x < x_0) \end{bmatrix} \\ &= \frac{[h(x)h(\xi)]^{1/2}}{W(k)} \begin{bmatrix} \phi_1(x; k) \phi_2(\xi; k) \\ \phi_1(\xi; k) \phi_2(x; k) \end{bmatrix} \\ &\dots\dots\dots(35) \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned} &\begin{bmatrix} \phi_1(x; k) \\ \phi_2(x; k) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \sin h(ax) \\ \cos h(a(x_0 - x)) + \kappa \sin h(a(x_0 - x)) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

そして,

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \kappa \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (k^2 + s^2/4)^{1/2} \\ (|k| + s/2)/\alpha \end{bmatrix}$$

また,

$$W(k) = -\alpha \cos h(\alpha x_0) - \alpha \kappa \sin h(\alpha x_0)$$

ところで, G_0 について, さらに近似をする必要がある。 $s=0$ ならば $h=h_0$ であるから,

$$\begin{bmatrix} \phi_1(x; k) \\ \phi_2(x; k)/W(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin h(|k|x) \\ -\frac{1}{|k|} \exp(-|k|x) \end{bmatrix} \dots\dots\dots(36)$$

ここで, G_0 を式(31)に代入すると, G は, 式(22)のような表示となる。ただし, これは, $s \ll 1$ の条件下でのみ可能である。

ところで, 海底地形の問題を考えようとするかぎり, 上の表示を, これ以上, 数学的に吟味しても, それで得るということはない。そこで, 陸棚に相当する海底地形が与えられている範囲から, 等深線のはみだしはないものとする。式(35)の $W(k)$ で $x \rightarrow \infty$ とすると(そして, 式(34)で $h_0 \rightarrow \infty$), 式(36)で,

$$\frac{\phi_2(x; k)}{W(k)} = -\alpha \exp(-\alpha x) \dots\dots\dots(37)$$

そして, 式(36)の ϕ_1 は式(35)と同じである。式(31)の G に対する近似の結果を代入することによって,

$$\begin{aligned} G(x', x; y' - y) &= -\frac{[h(x')h(x)]^{1/2}}{2\pi} \cdot [K_0(\sigma) - K_0(\sigma_i)] \\ &\dots\dots\dots(38) \end{aligned}$$

ここで, 式(23)の表示方式を利用すると,

$$\begin{bmatrix} \sigma \\ \sigma_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} SR \\ \frac{1}{2} SR_i \end{bmatrix}$$

なお, $K_0(x)$ は, x に関する第2種変形ベッセル関数であり,

$$K_0(\rho) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(-k'|x| +iky) \frac{1}{k'} dk \dots\dots(39)$$

ただし,

$$\begin{bmatrix} \rho \\ k' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x^2 + y^2)^{1/2} \\ (k^2 + 1)^{1/2} \end{bmatrix}$$

さらに, $R \rightarrow 0$ のときには,

$$\begin{aligned} K_0(\sigma) &= -\ln R - (\zeta + \ln(\frac{1}{4}s)) \\ &+ 0(R^2 \ln R, R^2) \dots\dots\dots(40) \end{aligned}$$

ここに, ζ は Euler 定数。とくに, $s \rightarrow 0$ のとき, 式(38)は, 式(22)と同型となる。

簡単のために,

$$H(R) \equiv -\frac{1}{2\pi} K_0(\sigma) \dots\dots\dots(41)$$

と書くことにすると, G に関する式(38)を式(24)に代入することによって,

$$\begin{aligned} u(x, y) &= -\frac{\Delta Q}{[h(x)]^{1/2}} \int_{-\infty}^{\infty} [h(L')]^{3/2} \cdot [H(R') - H(R_i)] dL' \\ &\dots\dots\dots(42) \end{aligned}$$

ただし,

$$\begin{bmatrix} R' \\ R'_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [(x-L')^2 + (y-y')^2]^{1/2} \\ [(x+L')^2 + (y-y')^2]^{1/2} \end{bmatrix} \dots\dots(43)$$

つぎに, G に対する式(38)を式(21)の下段に代入して部分積分をする。式(43)で, L のかわりに l の場合には,

$$(R', R'_i) = (R'_0, R'_{i0})$$

と書くことにすると,

$$\begin{aligned} v(x, y) - v_0(x) &= \beta \int_{-\infty}^{\infty} [h(L')]^{3/2} \cdot [H(R') + H(R'_i)] dy' \\ &+ \beta \int_{-\infty}^{\infty} h_i^{3/2} \cdot [H(R'_0) + H(R'_{i0})] dy' \\ &+ s\beta \int_{-\infty}^{\infty} dy' \int_l^{L'} [h(x')]^{3/2} [2H(R) + H(R_i)] dx \\ &\dots\dots(44) \end{aligned}$$

ただし,

$$\beta = Q/[h(x)]^{1/2}$$

このようにして, 式(38)で表わされるグリーン関数の近似を用いて, $v - v_0$ は, 3項で記述されることになる。そのうちの2項は境界に沿う積分であり, 残りの第3項は, 変位にかかわった範囲の積分ということになる。境界の変位が小さければ, 上の3項のうち, 初めの2項で, $v - v_0$ に影響を及ぼす程度をあらかじめ知ることができる。深さの変動が小さければ, その深さのずれは小さいとみ

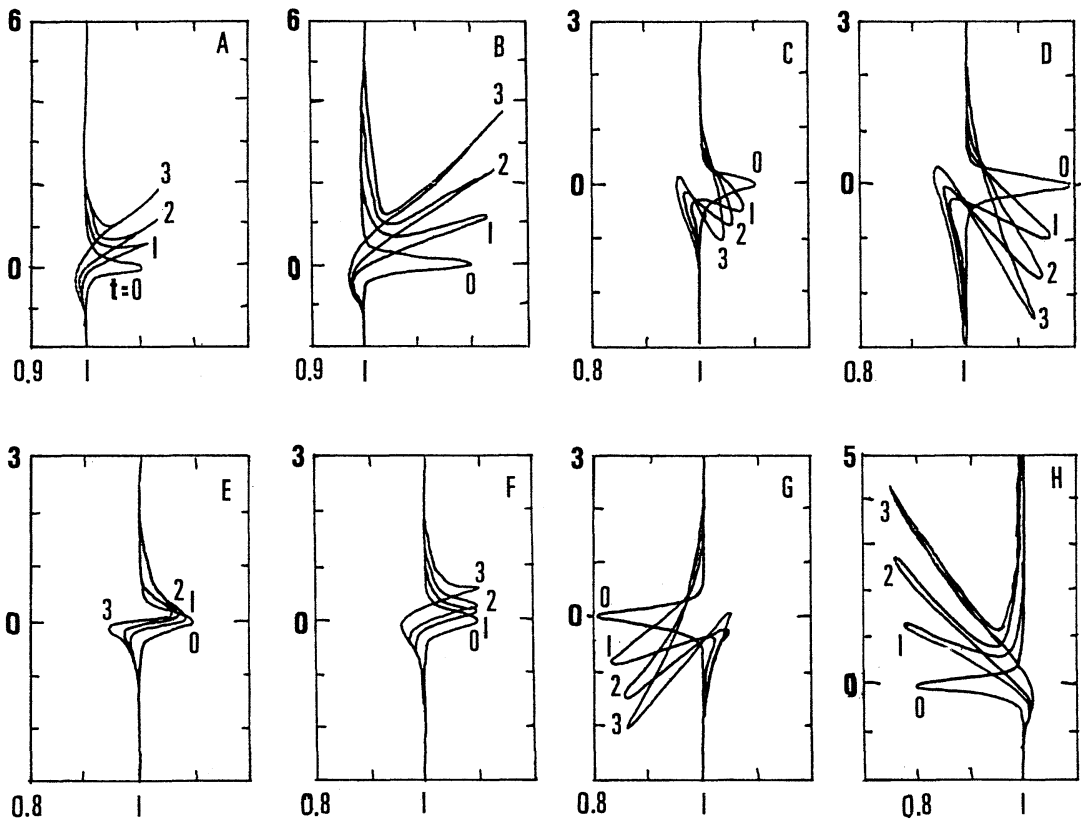


Fig. 2. Evolution of vorticity front

- 1) The parametric condition should be referred to what is shown in Table 1.
- 2) Time stepping is taken by an arbitrary scaling for convenience.

てよい。この小さいずれは、第3項に相当する (cf. SEND, 1989 ; GRIMSHAW and YI, 1991)。

つまり、式(44)の第2項が解析的にもとまる。事実、

$$\int_{-\infty}^{\infty} [H(R'_0) + H(R'_{10})] dy' = -1/s [\exp(\mu^+) + \exp(\mu^-)] \quad \dots\dots(45)$$

ただし、

$$(\mu^+, \mu^-) = (-\frac{1}{2} s|x-l|, -\frac{1}{2} s|x+l|)$$

ここで注意しなくてはならない点は、次式が式(39)のフーリエ変換によって得られることである。すなわち、

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K_0(p) dy = \frac{1}{2} \exp(-|x|) \quad \dots\dots(46)$$

また、式(12)の V_0 に対して、式(35)を考えるにあたって導入した $h(x)$ を用いると、

$$V_0(x) = \Delta Q \cdot h_1 [-H(\lambda) [\frac{1}{s} (1 - \exp(-s\lambda))] + q_n [\lambda - \frac{h_r}{s} [(1 - \exp(-s\lambda))] \dots\dots\dots(47)$$

ここに、 $\lambda = l - x_0$ 。なお、 q_n および h_r は、式(30)で導入したものである。

線型長波の速さ c_0 は、さきに、式(30)で示されているが、結局、次のようになる。

$$c_0 = \frac{1}{s} [1 - \exp(-sl)] \quad \dots\dots\dots(48)$$

すなわち、陸棚の存在は線型長波の速さに影響を与えることになる。

5. 渦度フロントの例

渦度フロントは、弱い非線型性の場合には、いろいろのパラメータの組合わせによって、その時間的変化過程が

大きく異なる。ここでは、Table 1 のような例を対象として考え、その特徴を示すことにした。この表に対応した条件下での数値的検討は、たとえば、Fig. 2 のようになる。このような渦度フロントの時間的変化は、GRIMSHAW and YI (1991) も示している。

このような渦度フロントは、海岸線と陸棚との相互作用によって時々刻々と変形していくものと考えられる。現実には、太平洋北西部に位置する日本列島南沖の黒潮フロント周辺は渦度場であって、本文で考えた理論的モデルのある条件下での状況に対応するとみても差支えないであろう。

人工衛星 NOAA の赤外画像からみた黒潮フロントは、海面での等温度線の密なところとして認識できるものとする、本文の理論的モデルに対応したフロントの特徴が衛星画像によってとらえることが可能ならずである。ここでは、その典型例を Fig. 3 に示した。ただし、パラメータの組合せの量的評価は、巨視的に考えることができるが、ここに例示した画像では、評価は、定性的なものにとどまらざるを得ない。理論と画像との間の対応づけには、さらに今後の検討をまたねばならない面が残っている。さらに、黒潮と台風高潮との間の相互関係の究明には、幾多の解決すべき問題がある。

このような問題を解き、台風高潮などの異常潮位の予測を可能とするためには、理論に併行して、長期にわたる沖合固定点での海象の観測が必要である。

6. 結 言

本文では、黒潮フロントを、渦度フロントとして考え、単純化した海岸線付近における渦度フロントの時間的変形過程を、理論的モデルによって検討した。この変形過程には、フロント周辺のポテンシャル渦度、初期条件としてのフロントのずれ、水深、陸棚の形状、地球自転の効果などが関与している。このような変形過程を、人工衛星の赤外画像で得られた黒潮フロントの例について、定性的に検討した。黒潮フロントの変形過程と、台風高潮などの海岸災害にかかわる異常潮位との関係を明らかにし、このような災害の予測と防止軽減の道を見出すことができるように、今後も努力を継続しなくてはならない。そのためには、沖合固定点としての観測塔による海象の長期にわたる観測が必要である。今後、台風高潮を含む異常潮位やそれに関連した災害の予測や対策には、地球規模のスケールの視点に立脚して、広い視野をもった研究の推進がもめられることになるであろう。

終りに、本文の完成に査読者から有益な助言をいただ

Table 1. Nonlinear Parameters of Kuroshio Front

Case	f/q_h	a_0	q_h	h_r	s	β
A	5	0.1	-1	0	1	5
B	5	0.2	-1	0	1	5
C	-5	0.1	-1	0	1	5
D	-5	0.2	-1	0	1	5
E	0.2	0.1	-1	0	1	5
F	1.7	0.1	-1	0	1	5
G	5	-0.2	-1	0	1	5
H	-5	-0.2	-1	0	1	5

Rem :

- (1) Potential vorticity $q_h = Qh_1$ and $\gamma_1 = f/q_h$, (cf. eq. 30),
- (2) Initial condition $L(y, 0) = 1 + a_0 \sec h^2 By$,
- (3) Depth profile $h = h_1 \exp[s(x-1)]$, $h_r = h_1/h_0$ (cf. eq. 35),
- (4) Refer to eq. 44 for β , where $\beta = Q/[h(x)]^{1/2}$.

Note:

- A : Northern hemisphere (as reference), in a mid-latitude,
 B : As is "A" with a large amplitude a_0 ,
 C : Southern hemisphere (cf. "A")
 D : As is "C" with a large amplitude a_0 ,
 E : Northern hemisphere-in a lower latitudine,
 F : Northern hemisphere-in a higher latitude,
 G : As is "A" with a negative amplitude,
 H : As is "C" with a negative amplitude.

いたことを記して、感謝の意を表す。

文 献

- DRITSCHER, D. G. (1989): Contour dynamics and contour surgery: numerical algorithms for extended, high resolution modeling of vortex dynamics in two-dimensional, inviscid, incompressible flows. *Comput. Phys. Rep.*, **10**, 77-146.
- FEDOROV, K. N. (1986): The physical nature and structure of oceanic fronts. *Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies*, Vol.19, Springer-Verlag, N.Y. 333p. (esp. 24-29).
- GRIMSHAW, R. and Z. YI (1990): Finite-amplitude long waves on coastal currents. *J. Phys. Oceanogr.*, **20**, 3-18.
- GRIMSHAW, R. and Z. YI (1991): Evolution of a potential vorticity front over a topographic slope. *J. Phys. Oceanogr.*, **21**, 1240-1255.
- NAKAMURA, S. (1981): On factors magnifying a storm surge. *Proc. 19th Congr. IAHR*, New Delhi, B(a), paper No.5, 47-54.
- 中村重久 (1988): 近畿圏沿岸の高潮災害の要因としての

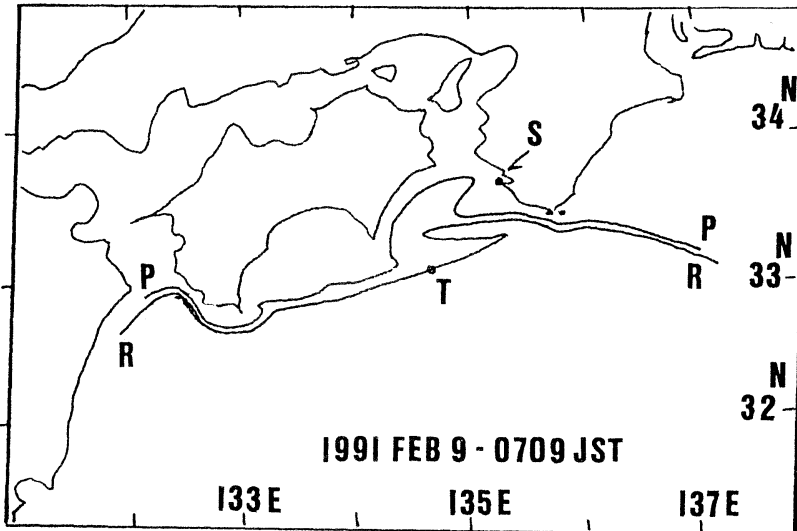


Fig. 3. One example of the satellite thermal patterns of the Kuroshio front as a vorticity front.

- 1) The marks "S" and "T" are showing the locations of Shirahama Oceanographic Tower Station(S) and the Tosabae(T) as an extension of the Muroto Knoll.
- 2) The isotherms of "P-P" and "R-R" are for 14°C and 15°C respectively. The Kuroshio front must be just neighbor the isotherms.
- 3) The Kuroshio main flow must be just south of the isotherm "R-R", and the Kuroshio front must be just around or north of the isotherm "R-R".

黒潮について. 京大防災研年報, 31, B-2, 753-773.

NAKAMURA, S. (1990): Satellite monitoring of storm runoff. Proc. 5th Conf. on Urban Storm Drainage, 2, 639-645.

中村重久 (1992): 陸棚沿岸域における台風高潮について. 京大防災研年報, 35, B-2, 215-230.

NAKAMURA, S. (1992): Satellite thermal variations of Kuroshio in relation to storm floods. Proc. Cong. for Pacific Ocean Environment and

Probing (PORSEC'92 in Okinawa), 2, 835-840.

SEND, U. (1989): Vorticity and instability during flow reversals on the continental shelf. J. Phys. Oceanogr., 19, 1620-1633.

資料

奥尻島青苗岬周辺の津波について*

中村重久**

On Tsunamis around Cape Aonae in Okushiri Island*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: A notice is given on tsunamis around Cape Aonae in Okushiri Island. This cape was swept by the tsunamis just after the earthquake on 12th July 1993. First, the location of the island off southwest Hokkaido is introduced with considerations of plate tectonics. Referring to the data, the tsunamis' effects are estimated. A bird's-eye view obtained from a photograph of Cape Aonae is telling us what processes have been effective at collapsing the coastal structures after the tsunamis' overflow. A hypothetical model is introduced to realize the collapsing process of the structures on the coast qualitatively. The result suggests us that the first overflow might be effective to induce erosion around the structures.

1. 緒言

奥尻島は北海道南西部に位置している。この島の近くの深さ34kmを震源とする地震が、1993年7月12日22時17分JSTころ発生した。これにともなって生じた津波は、北海道西部のみならず、日本海に面した沿岸域にも影響を及ぼした。ここでは、とくに、奥尻島南端の青苗岬周辺について検討した結果の要点を述べる。

2. 奥尻島の立地条件

全地球的にみると、奥尻島を含む北海道南西部は、日本海にあるプレートの境界に近接した位置にある。ユーラシア・プレート(EAP, the Eurasian Plate)と北米プレート(NAP, the North American Plate)とが押しあっている位置に相当する(日本経済新聞社からの個人的情報)。この境界の延長線上には、北大西洋中央海嶺が繋がっている。これをFig. 1に示した。この境界は、図中の点Rを中心として相対的運動をしている。

ちなみに、1983年の日本海中部地震津波の発生源も、この境界線に近接した位置であった(たとえば、中村、

1984)。

ところで、1993年の北海道南西沖地震の発生は、夜間であったため、当時の状況の詳細には不明の点が多い。とにかく、1993年8月11日までに、気象庁がまとめた津波到達高はFig. 2のようになっている。実際には、韓国やロシア沿海州でも津波があったものと思われる。ここでは、Fig. 2の図中に記号Lで示した奥尻島青苗岬(概位: 42°03.2' N, 139°27.2' E)周辺に着目することにした。

3. 青苗岬周辺の地形

青苗岬周辺の地形の時間をへだてた調査は、国土地理院によって実施されているが、1988年6月29日の航空写真と1993年6月29日の航空写真とから、海岸線や地形の変化がわかる。この2つの写真から青苗岬周辺を図化した海岸線(実線)をFig. 3に示した。点線は高台を示している。この図には、海上保安庁所管の青苗岬灯台の位置をLで示した。この点Lの概位は、さきに示したとおりである。

4. 青苗岬周辺の津波被害の状況

北海道庁による、1993年北海道南西沖地震に係る被害状況報告によれば、1993年11月25日現在、被害総額は約1,243億円、死者201名を含む人的被害は551名となっている。なかでも奥尻町の被害金額は約583億円と甚大で

*1994年5月19日受理

**京都大学防災研究所附属白浜海象観測所
〒649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22 Japan

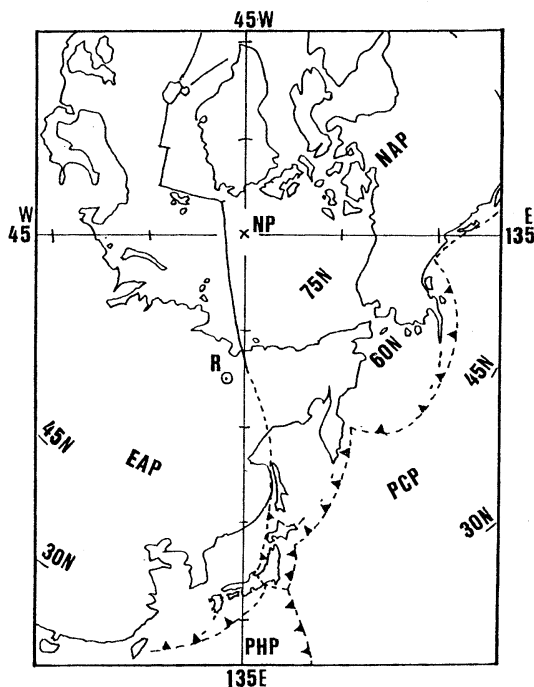


Fig. 1. An overview of the plates around the Japanese Islands.

- 1) The geographic north pole is shown by a mark NP.
- 2) The notations of EAP, NAP, PCP and PHP are for the Eurasian, North American, Pacific and Philippines Plate, respectively.
- 3) The point at R is the center of relative motions of EAP and NAP. (caustics of Nihon Keizai Shinbunsha).

ある。しかも、そのうち、港湾・漁港・空港の被害は約246億円にのぼっている。

このような行政面からみた被害評価を、別の面から検討して、今後将来の地震津波被害防止軽減策を有効なものとした。たしかに、1983年の津波で奥尻町青苗地区は被害を蒙った。その直後、青苗岬周辺には防波護岸を建設している（奥尻町役場からの個人的情報）。

ここで、1993年7月13日にヘリコプターから撮影した写真（朝日新聞社提供）をもとに、青苗岬周辺の状況を図化したFig. 4をみることにする。Fig. 4で、記号Lは青苗岬灯台である。このFig. 4のもとになった写真はFig. 3の点Pの上空で撮影されたものである。

このFig. 4で、護岸損傷が、記号A, B, C, Dにみられる。記号Eは津波の作用で形成された侵食の痕跡である。また、記号Fは津波のおさまった後に残された船である。

気象庁の調査によれば、Fig. 2によってわかるように、青苗岬の西岸で津波の最高水位は10m、東岸で5m

であったとされている。奥尻島には、気象庁以外にも、大学関係の調査隊や国際的調査隊がそれぞれ独自あるいは協力したものようである。

ちなみに、現在までに公表され、著者の利用できる例としてFURUMOTO (1993) の記述を見ると、青苗岬周辺での津波の第1波と第2波を推定して図示したものがある。これもFig. 4のような状況調査の結果にもとづくものかもしれないが詳細は不明である。

5. 護岸損傷過程の仮説

ここで、Fig. 4の記号A, B, C, Dで示される護岸が、どのような過程を経て損傷を蒙ったかを検討してみたい。

津波が巨大であり、それが青苗岬周辺のようなところに来襲するとき、波の先端は段波状になっていたであろう。資料がないかぎりこれまでの科学的根拠にもとづく知見を活用せざるを得ない。段波については、たとえば、NAKAMURA (1974) や NAKAGAWA *et al.*, (1969) な

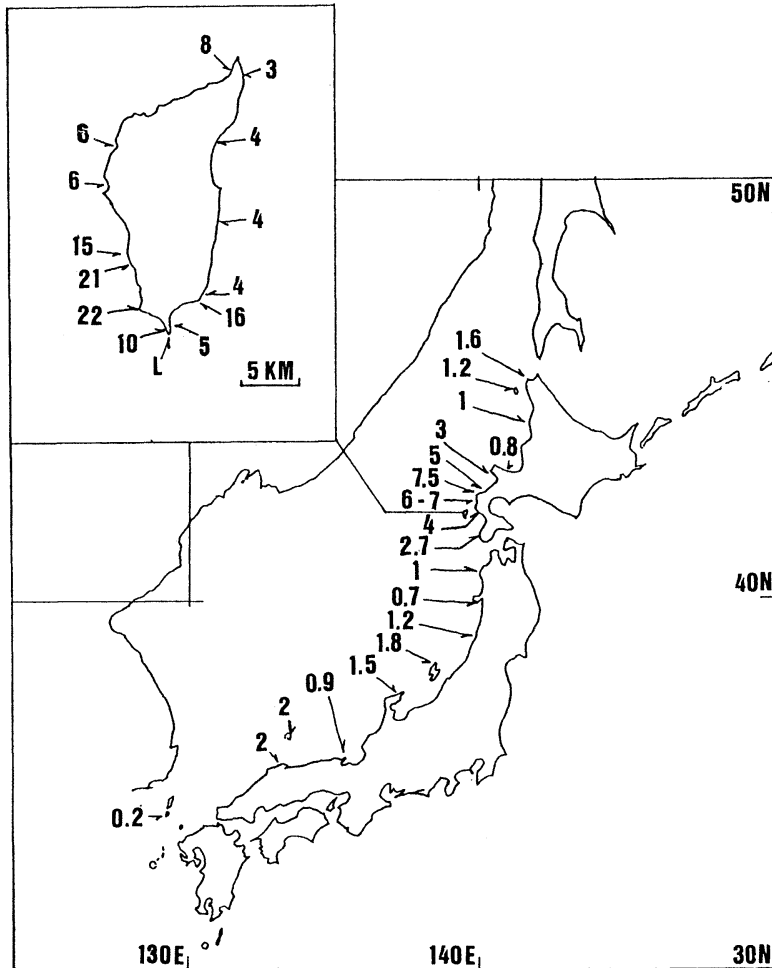


Fig. 2. Surveyed elevations of 1993 tsunamis' inundation (in metric unit).

- 1) The mark of L shows the location of Aonae area.
- 2) The surveyed results are referred at the courtesy of the Japanese Meteorological Agency.

どの研究例がある。しかし、これらの研究では底面は滑面に近い条件であり、侵食は考えていない。また、壁面が損傷のない場合の津波の衝撃圧が研究の対象となっている (NAKAMURA, 1974)。

ただし、水理模型実験の手法によって、定性的な特徴をとらえることは可能であろう。これまでに得られている知見から、青苗岬周辺の護岸損傷過程を推察すると、Fig. 5 のような 2 つのパターンが考えられる。定量的な評価はできないが、定性的には、もっともらしい。すなわち、Fig. 4 の記号 A および B (西岸) では、Fig. 5 のパターン 1 のような経過を経て津波による護岸損傷がみられたものと推測される。また、Fig. 4 の記号 C および

D (東岸) では、パターン 2 のような経過を経て洗掘と護岸損傷がみられたのであろう。

護岸の下部が洗掘され、さらに、護岸の裏側も洗掘されると、護岸は水の勢いによって浮き上がり、流下することになる。現在のところ、この問題をうまくモデル化して、定量的評価をする道は開かれていない様である。

もしも、Fig. 5 に示すパターンが妥当であると考えれば、青苗岬周辺の護岸は、津波の第 1 波で損傷を受けたものとしなければならなくなる。

ここで、Fig. 2 をみると、青苗岬の西岸と東岸との間 (約 500m とみなす) で、津波到達高は 10m と 5m とである。時間的關係が不明であるが、もし、同時刻に津波

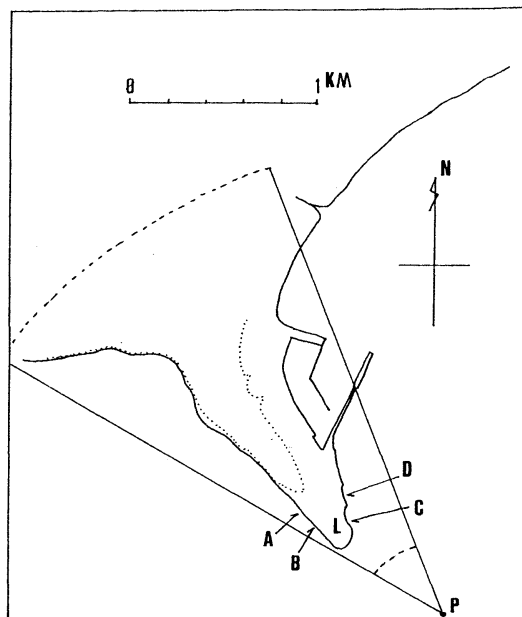


Fig. 3. Coastline profile around Cape Aonae.

- 1) The references are the areal photographs obtained by the National Geographical Institute.
- 2) The mark of L denotes the location of the light house at Cape Aonae.
- 3) The dotted line is a contour to demonstrate high land.
- 4) The notations of A, B, C, D and P should be referred to those in Fig. 4.

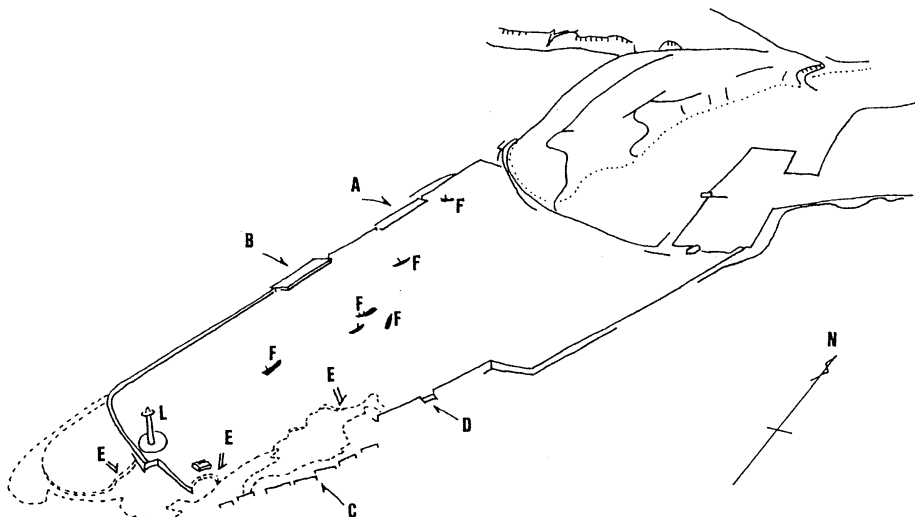


Fig. 4. A bird's-eye view of Cape Aonae obtained out of an areal photograph at the location of P (cf. Fig. 3).

- 1) The mark of L is the light house at Cape Aonae.
- 2) Collapsed coastal structures can be seen at the locations of A, B, C and D.
- 3) Significant gap around the mark of E suggests erosion on the land surface.
- 4) The mark F shows the wrecked boat respectively.

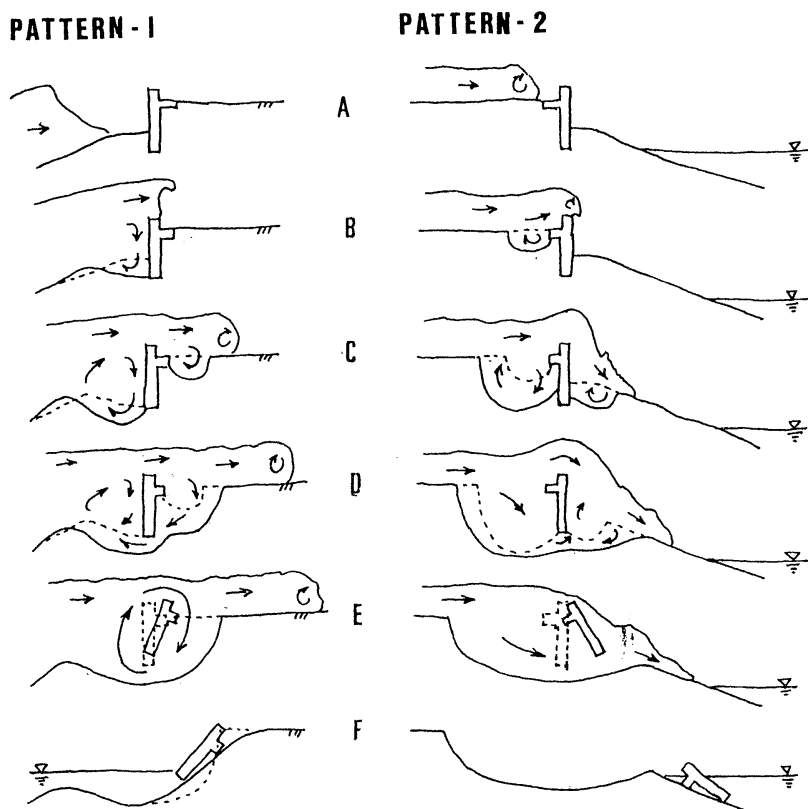


Fig. 5. Schematic patterns of possible collapsing process of coastal structure.

- 1) Time elapses from A to F successively.
- 2) The case on the west coast around Cape Aonae might be similar to the pattern-1.
- 3) The case on the east coast around Cape Aonae might be similar to the pattern-2.

が最高になったとして、水面こう配は、岬周辺でおよそ $1/100$ ということになる。

西岸で10m のとき、東岸には未だ津波が到達していないならば、岬周辺の水面こう配はおよそ $1/50$ ということになる。

いずれにしても、青苗岬周辺では、津波は水位としてよりも、第1波の流れとして強い作用をしたと判断すべきであろう。このような護岸の損傷をなくするには、今後、いろいろの面からの検討を重ねる必要がある。

奥尻島での津波遡上高の最大は、33m であるが、それによる損害は認められないと言われている（東京大学の都司氏よりの個人的情報）。1993年北海道南西沖地震は、今後の沿岸域の災害防止軽減策に対して、多くの問題をなげかけたと言ってよいであろう。

謝 辞

本文をまとめるにあたり、気象庁・海上保安庁・国土

地理院の資料を利用した。また、北海道庁および奥尻町役場の関係諸官には貴重な情報の提供をいただいた。さらに、朝日新聞社および日本経済新聞社の図版および写真を利用した。ここに記して、心から感謝の意を表す。

文 献

- FURUMOTO, A.S. (1993): Three deadly tsunamis in one year. *Sci. Tsunami Hazard (Int. J. Tsunami Soc.)*, **11**(2), 111-121.
- NAKAGAWA, H., S. NAKAMURA and K. ICHIHASHI (1969): Generation and development of a hydraulic bore due to the breaking of a dam (1), *Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.*, **19**(2), 1-17.
- NAKAMURA, S. (1974): Shock pressure of tsunami surge on a wall, *Bulletin 15, Roy. Soc. NZ*, 177-185.
- 中村重久 (1984): 日本海中部地震津波にみられる非線型力学, *月刊海洋科学*, **16**(9), 510-515.

Faits divers

Exemples de Biotechnologies Marines au Japon

Les biotechnologies marines englobent un ensemble de techniques et de disciplines scientifiques mettant en jeu des organismes marins. En toute simplicité, il s'agit plutôt d'appliquer au milieu marin des connaissances acquises dans le domaine des biosciences et des biotechnologies. Plus encore, si l'on considère ce milieu comme un vaste réservoir de matière vivante (ce qui est le cas), quiconque recherche de nouvelles molécules ou de nouveaux organismes est concerné. Pourtant, le potentiel d'innovation que présente les biotechnologies marines ne doit pas être surestimé. Compte tenu des coûts d'obtention du matériel vivant il doit être évalué au plus juste.

J'ai choisi de développer ici trois thèmes liés aux ressources marines dont les résultats offrent des perspectives à court ou moyen terme. Un accent particulier sera mis sur les travaux réalisés au Japon dont l'organisation fait preuve d'originalité et de cohésion.

Le premier thème, celui des substances biologiquement actives est peut-être le plus ancien. De nombreux travaux ont été réalisés et quelques programmes de grande envergure sont en cours en France, au Japon et aux U.S.A. Les perspectives qui se profilent autour de cet axe sont paradoxalement dirigées vers la chimie fine et la synthèse organique plutôt que vers la pharmacologie. La recherche de telles substances est essentiellement orientée vers la quête de métabolites secondaires. Ces molécules sont les véritables chefs d'orchestre de l'organisation de la vie dans un écosystème donné en rythmant et guidant les comportements des individus appartenant à une même espèce ou à une espèce différente. Le plus étonnant est que ces métabolites secondaires semblent répondre à des critères de spécificité voisins des hormones, des cytokines et même des molécules exogènes à visées thérapeutiques, c'est à dire en agissant par l'intermédiaire de systèmes récepteurs ligands.

Ensuite, le thème des micro-organismes sera abordé. En dehors de souches typiquement marines dont l'isolement et la caractérisation peut offrir des avantages significatifs par rapport aux souches déjà connues, les micro-organismes marins sont très étudiés car le rôle de leur métabolisme dans l'écosystème marin est encore sous estimé. En effet, contre toute attente, les métabolites secondaires issus des organismes supérieurs comme les éponges ou les autres invertébrés marins sont originaires des micro-organismes. La collecte de ces formes de vies à la base de la chaîne alimentaire intéresse plusieurs domaines. J'ai choisi de développer deux pour l'originalité et l'audace avec laquelle ils sont traités dans l'archipel japonais.

Le premier concerne l'étude et la collection de nouvelles souches bactériennes dites extrêmophiles. Il s'agit des bactéries vivant à grande profondeur (entre 2000 et 6000m) à des températures situées entre 80 et 110 °C. Ces bactéries possèdent donc un arsenal enzymatique thermostable capable de catalyser des réactions chimiques essentielles à hautes températures susceptibles d'intéresser l'industrie chimique.

Le second est d'étudier les micro-organismes capables de fixer le CO₂ gazeux. L'augmentation de ce gaz dans l'atmosphère est un problème écologique d'actualité. Au cours du cycle du carbone, une étape importante de dissolution du CO₂ atmosphérique dans l'océan permet à l'atmosphère de se décharger d'une partie de ce gaz. Les coccolithophores sont des micro algues photosynthétiques qui s'entourent d'une carapace calcaire CaCO₃ en utilisant le CO₂ dissous. La maîtrise d'organismes de ce type est un débouché certain pour des industries polluantes.

Le troisième thème étudié correspond au "biofouling". Ceci traduit la capacité de certains organismes à adhérer sur un support solide en milieu aquatique. C'est le cas de nombreux invertébrés qui se fixent sur la partie

immergée de la coque des bateaux et dont le résultat est une progression rapide vers le phénomène de corrosion ce qui impose la mise en cale sèche du bateau. Tous les systèmes de refroidissement par échange calorique sont également concernés par ce problème. L'impact économique du "biofouling" se chiffre à 5 milliards \$US sur l'ensemble de la planète excepté la Chine et la C.I.S.

Sur le plan de la recherche, le "biofouling" est étudié de deux façons. D'abord l'étude de la biochimie de la fixation des organismes marins, puis la recherche d'inhibiteurs agissant à différents stades de la formation des substances adhésives.

Le domaine des biotechnologies marines au Japon est activement exploré et fait l'objet d'une coopération serrée entre l'industrie et l'université comme dans beaucoup d'autres domaines d'ailleurs. Le gouvernement japonais, par l'intermédiaire du Ministry of International Trade and Industry (M.I.T.I.), a effectué un investissement significatif de 1,5 Milliard de Y en 1990 avec la construction de deux centres de biotechnologies marines et de deux navires océanographiques. Vingt quatre sociétés japonaises participent à hauteur d'environ 30 Millions de Y chacune et par an à ces projets. Ces sociétés couvrent des secteurs très variés comme la peinture, la sidérurgie, l'agrochimie et la verrerie. Le secteur des biotechnologies marines au Japon est l'exemple type d'un investissement à moyen et long terme et générateur d'emplois.

Au cours d'un stage post doctoral de dix huit mois à l'université de Chiba, j'ai travaillé sur la synthèse chimique d'un alcaloïde antitumoral, extrait d'une éponge. A cette occasion et afin d'illustrer le thème de la recherche des substances biologiquement actives, j'utiliserai partiellement les résultats et perspectives obtenus au cours de ce travail.

1. Les métabolites secondaires pharmacologiquement actifs.

Historiquement, c'est la découverte du principe actif du poisson lune (la Tetro-dotoxine) dont la structure fut déterminée en 1964, qui marque le début de ce type de recherche au Japon. Les travaux modernes sur la quête de métabolites secondaires ont été initiés par des

chimistes tels que I. KITAGAWA de l'université d'Osaka et T. HIGA de l'université des Ryukyus. Aujourd'hui, la plupart des universités ont un programme de recherche de métabolites secondaires d'origine marine ou terrestre. Plusieurs équipes se partagent les organismes de l'archipel subtropical d'Okinawa. J. I. KOBAYASHI et H. NAKAMURA de l'université de Sapporo ainsi que N. FUSEYANI et K. TACHIBANA de l'université de Tokyo ont accumulé une série impressionnante de résultats tant sur le nombre de molécules extraites que sur la diversité des activités pharmacologiques.

Les métabolites secondaires sont des substances fabriquées ou ingérées par les organismes vivants marins ou terrestres. Conformément à leur définition, ils ne sont pas absolument indispensables aux fonctions vitales de l'organisme en question, contrairement aux acides nucléiques et aux molécules à caractère énergétique. Néanmoins, ils régulent de façon décisive les comportements sexuels, nutritionnels et guerriers des individus à l'intérieur d'un écosystème donné. La spécificité et la sélectivité du fonctionnement des métabolites secondaires rappelle celui des systèmes récepteurs ligands que l'on trouve à la base de toute communication cellulaire chez les organismes supérieurs. Cette apparente analogie justifie l'espoir de trouver dans le milieu marin mais aussi terrestre des composés à vocation thérapeutique.

L'archipel d'Okinawa au sud du Japon jouit d'un climat subtropical favorable à l'épanouissement d'une vie marine riche. Bien qu'il soit vain de faire ici une liste complète des composés doués de propriétés pharmacologiques et isolés dans cet archipel, quelques exemples significatifs de molécules isolées de cônes, d'éponges, de tuniciers ou de micro algues symbiotiques peuvent cependant être retenus.

En 1983, S. SATO isole deux peptides de vingt deux acides aminés comme composant principal du cône *Conus geographus* (1). Ces peptides bloquent sélectivement les canaux sodium musculaires alors qu'ils sont sans effet sur les canaux sodium nerveux. Geographotoxines I et II sont, depuis, un outil pharmacologique utile pour discriminer les différents sous types de canaux sodium.

Arg-Asp-Cys-Cys-Thr-Hyp-Hyp-Lys-Lys-Cys-Lys-
Asp-Arg-Gln-Cys-Lys-Hys-Gln-Arg-Cys-Cys-Ala-NH₂.
Geographutoxine I.

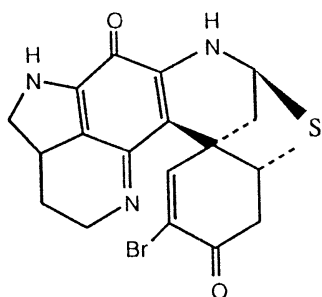
Depuis 1987 et 1988, J.I.KOBAYASHI a isolé de très nombreux alcaloïdes doués de propriété scytotoxiques à partir de tuniciers ou d'éponges. Cette activité est le plus souvent antitumorale *in vitro* sur des lignées cellulaires du type L1210 et cellules KB comme dans le cas des Prianosines et des Cystodytines (2,3). Plus récemment, il a isolé les Ircinals A et B, dont la ressemblance respective avec les Manzamines A et B indique une probable filiation métabolique (4). Pourtant, Ircinals et Manzamines ont été isolées d'espèces d'éponges différentes. Ces quatre alcaloïdes sont également antitumoraux *in vitro*.

Des molécules de type macrolides ont également été isolées à partir de microorganismes par J. I. KOBAYASHI en 1988. L'exemple des amphidinolides cytotoxiques sur cellules tumo-

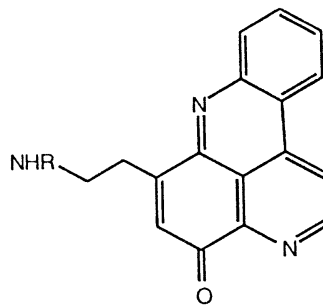
rales L1210 et KB, mais également activateurs de l'ATPase liée à l'actomyosine sur muscles blancs de lapin est parmi les plus intéressants.

I. KITAGAWA a également extrait des macrolides cytotoxiques, comme les Swinholides en 1990 à partir de micro algues.

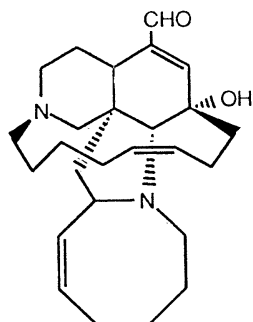
N. FUSEYANI travaille aussi sur des extraits d'éponges cytotoxiques et certains inhibiteurs enzymatiques. En 1989, il publie la structure originale de la déoxytédanolide qui présente une bonne activité antitumorale *in vitro* sur la leucémie murine P388. Des inhibiteurs de protéine phosphatase 2A, de Serine protéase et d'ATPase H⁺/K⁺ dépendante ont également été décrits par son groupe (5). Aujourd'hui, ses efforts semblent se concentrer vers l'origine métabolique de ces composés et en particulier, le phé-



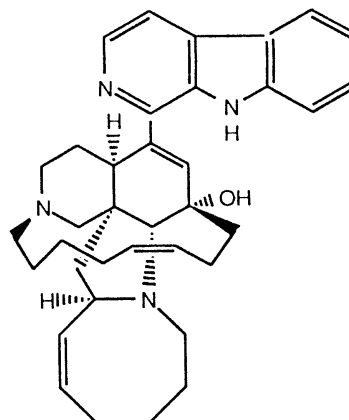
Prianosine A.



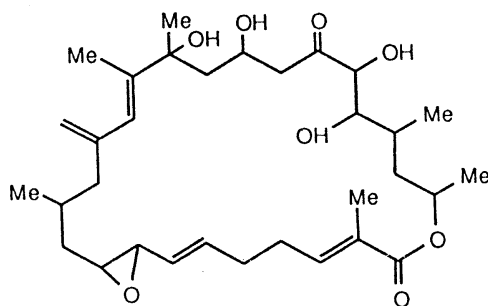
Cystoditine A.



Ircinal A.



Manzamine A.



Amphidinolide B.

nomène de symbiose entre les éponges et les micro algues.

L'un des objectifs de cet article est de cerner quelles sont les contraintes mais aussi les perspectives liées à l'étude des métabolites secondaires d'intérêts pharmacologiques. Voyons cela au travers d'un exemple concret, la Manzamine B sur laquelle j'ai travaillé au laboratoire du Pr HINO à l'Université de Chiba, nous allons examiner ces différents points.

Les Manzamines sont une famille d'alcaloïdes extraits d'éponges d'espèces différentes par des équipes également différentes entre 1986 et 1988. Leur structure chimique originale ainsi que leurs activités cytotoxiques (contre des cellules tumorales et contre le staphylocoque doré) ont rendu nécessaire la synthèse chimique de cette molécule. Cette démarche, en effet, est classique. Dès lors qu'un composé a été extrait, sa structure déterminée et ses activités pharmacologiques caractérisées, la synthèse chimique de celui-ci est indispensable pour au moins deux raisons :

1) Pour disposer d'une quantité suffisante de

la molécule pour des tests pharmacologiques et toxicologiques approfondis.

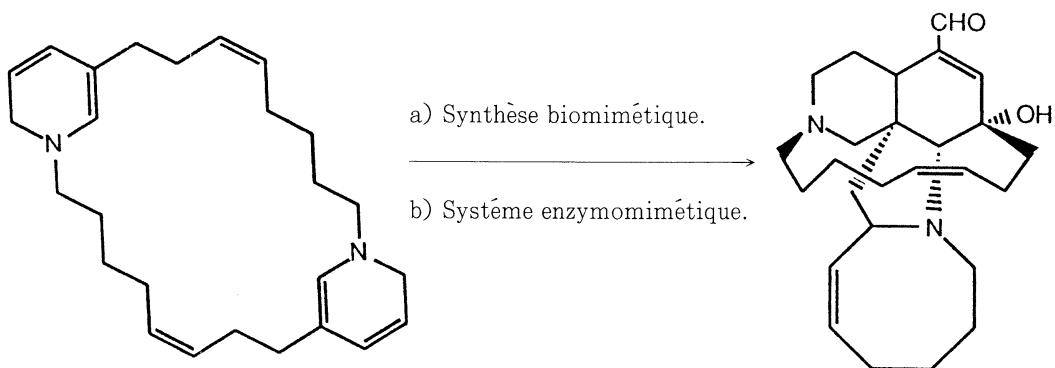
2) Pour être capable de fabriquer des analogues de cette molécule afin d'en améliorer l'activité ou d'en diminuer la toxicité.

Cependant, la synthèse totale des métabolites secondaires est souvent difficile pour la simple raison que ces molécules ont une structure chimique complexe.

Prenons l'exemple de la Manzamine A. Elle possède cinq centres asymétriques, et une structure pentacyclique reliée à une β carboline. Parmi les cinq cycles, l'un est à quatre cotés, un autre à huit cotés et un troisième à treize cotés, c'est à dire des cycles peu ordinaires dont la stabilité thermodynamique est moyenne et qu'il est par définition difficile de reconstruire.

Le raisonnement est donc le suivant; nous avons des composés potentiellement intéressants sur le plan pharmacologique dont la synthèse chimique est souvent très complexe donc très chère et très longue, et dont le développement nécessite quand même qu'on en dispose en quantité raisonnable. Pourtant, ces molécules ont été produites par la nature, elles sont donc biosynthétisables. Puisque nous aussi on essaie de les produire, intéressons nous à leur biosynthèse. D'ailleurs, la découverte des différentes étapes métaboliques et des enzymes responsables de celles-ci est un double facteur de progrès pour la synthèse organique, ce que l'on peut illustrer dans le cas de la Manzamine A :

1) Le chimiste s'inspire de la voie empruntée par la nature; c'est la synthèse biomimétique. Baldwin (6) a proposé pour la biosynthèse de la Manzamine un schéma réactionnel dont l'étape



Étape clef de la biosynthèse des Manzamines (d'après Baldwin et Al) (6).

clef est la suivante:

La synthèse biomimétique serait dans ce cas précis de faire une réaction chimique capable d'effectuer cette étape, comme par exemple une réaction de Diels Alder intramoléculaire.

2) Le chimiste utilise les outils de la nature; c'est le système enzymomimétique. C'est à dire, faire la réaction avec des enzymes connues et déjà isolés ou tenter d'isoler directement l'enzyme responsable de cette étape dans l'organisme en question.

Ainsi, la recherche de métabolites secondaires pharmacologiquement actifs est susceptible d'apporter des résultats dans:

1) La découverte de nouveaux produits d'intérêt pharmaceutiques.

2) La découverte de nouvelles voies de synthèse chimique par compréhension de la biosynthèse.

3) La découverte de nouvelles enzymes d'intérêt biotechnologique.

Cette approche de l'étude des métabolites secondaires est très répandue au Japon et fait l'objet d'un travail de fond en particulier pour les organismes marins de l'archipel d'Okinawa, mais également sur les forêts tropicales des pays en voie de développement de l'Asie du sud est (projet Jungle Bio).

Par ailleurs, l'étude de la biosynthèse des métabolites secondaires d'origine marine a permis d'en découvrir un aspect fondamental; la majorité des métabolites secondaires trouvés dans les éponges, les tuniciers, ou les autres invertébrés marins, ont pour origine des micro-organismes. Ainsi donc, soit par une association symbiotique, soit par une accumulation au niveau de la chaîne alimentaire, ces métabolites secondaires sont en fait produits par des bactéries ou des micro algues. Ceci renforce l'intérêt scientifique consacré au second thème de cet article.

2. La bactériologie.

L'intérêt pour les micro-organismes (donc pour les bactéries marines) se justifie déjà comme nous venons de le voir, par la recherche de nouvelles substances bioactives. Ceci constitue un premier motif de collecte systématique. Nous allons au cours de ce paragraphe examiner deux autres centres d'intérêts pour les bactéries

marines.

a) *Les bactéries ultrathermophiles.*

Elles sont par définition capables de vivre et de se reproduire à des températures supérieures à 80°C. L'une des particularités du milieu marin est d'offrir des conditions physicochimiques variables d'une région à l'autre de la planète mais également en fonction de la profondeur. La conséquence est que les formes de vie qui le peuple sont également variables car elles doivent mettre en place pour survivre, des réponses appropriées à ces contraintes physicochimiques. La pression, (fonction de la hauteur de la colonne d'eau) est un paramètre fondamental du milieu marin. En effet, avec l'augmentation de la pression, c'est la profondeur qui grandit donc la température et la luminosité qui décroissent. Le long de cette colonne d'eau, un gradient s'établit et tout au long, des micro-organismes développent des systèmes enzymatiques capables de résister aux conditions en vigueur à cette profondeur. Des bactéries ultrathermophiles (archéobactéries) ont été découvertes près de sources hydrothermales situées entre 2000 et 6000m de profondeur. Celles ci sont capables de survivre à des températures situées entre 80 et 110°C, ce qui implique la présence d'un matériel enzymatique hors du commun, surtout en ce qui concerne la stabilité thermique. L'intérêt de collecter de tels organismes, est précisément de caractériser ces systèmes enzymatiques et de vérifier s'ils n'ont pas d'application industrielle possible dans la catalyse de diverses réactions à haute température.

Ce thème est relativement neuf car il n'a été initié que vers la fin des années 1970 par des équipes françaises et nord américaines (les seules possédant des submersibles de grande profondeur). Aujourd'hui, le Japon entre dans la compétition par l'intermédiaire du JAMSTEC grâce à la construction de deux submersibles de ce type (Shinkai I et II actuellement en service). Une partie des travaux est effectuée aux centres de biotechnologies marines de Shimizu et Kamaishi (M. B. I.) en association avec le navire océanographique Shogen maru. Le JAMSTEC est pour sa part l'initiateur du projet Deepstar dont les principaux thèmes abordés

sont:

-L'étude des techniques allant du prélèvement des micro-organismes marins jusqu' à leur mise en oeuvre dans les fermenteurs.

-L'étude des bactéries ultrathermophiles des grands fonds, en particulier celles capables de dégrader les hydrocarbures sous une forte pression.

En France, ces recherches sont confiées à un spécialiste de l'IFREMER, Mr G. BARBIER auteur de plusieurs articles sur ce sujet.

Ce sont, jusqu'à présent, plusieurs dizaines de souches qui ont été décrites et maintenues en culture. La possibilité d'en extraire les enzymes thermostables est activement étudiée. Les premiers essais de fermentation ont montré que des problèmes liés à ce type de souche (faible biomasse en phase exponentielle de croissance et problèmes de corrosion) sont des facteurs limitants. La publication du clonage et de l'expression d'une B galactosidase thermostable dans une souche bactérienne courante confirme l'aspect prometteur de cette approche alternative.

b) *Les bactéries fixatrices du CO₂.*

Le problème de l'accroissement du CO₂ atmosphérique mondial et de ses possibles conséquences (tel que l'effet de serre) implique la mise en place de systèmes de traitement pour ce gaz.

A l'échelle géologique, les organismes marins calcifiants ont diminué le CO₂ atmosphérique en fabriquant des dépôts de CaCO₃. Aujourd'hui, on sait que ce dépôt est un processus lié à la photosynthèse dont les principaux sites marins sont les barrières de corail. S. MIYACHI de l'institut des biotechnologies marines a étudié la fixation du CO₂ et la production de CaCO₃ par les récifs coralliens de l'île de Ishigaki (Ryukyus). La conclusion de son étude est que 1,4% de la production annuelle de CO₂ par le Japon peut être fixée par le corail de cettèle. A moyen terme, et en tenant compte des objectifs de diminution de la production du CO₂, cette technique sera capable d'absorber entre 10 et 20 % de la production annuelle japonaise. Tous les efforts de recherche consistent maintenant à "exporter" cette technologie près des sources polluantes des sites industriels.

Un autre moyen de résoudre ce problème de pollution est également étudié. Il s'agit de l'étude de la production de CaCO₃ (à partir de CO₂) par certaines algues vertes calcaires. Chez ces organismes, le calcaire est déposé sous forme de coccolithes. Les premières mesures effectuées ont montré que la culture en masse de ces micro algues unicellulaires peut également répondre de façon significative aux problèmes de pollution par le CO₂. Ainsi, qu'il s'agisse de bactéries ou de micro algues, la collecte et l'étude de ces organismes est en mesure d'apporter une contribution raisonnable à ce problème de pollution.

3. Le "biofouling"

Nous avons définis en introduction ce phénomène comme la capacité d'adhésion de certains organismes sur un support solide en milieu aqueux. L'importance économique de ce phénomène n'a pas échappé aux investisseurs japonais. Les sociétés Kansai paint (peintures), Hazama-gumi, Kagima, Shimizu et Taisei (génie civil) ont investi dans les projets du M.B.I.

Le "biofouling" est un axe particulièrement étudié dans cet organisme, où l'on observe deux voies d'approche:

1) L'étude de la biochimie de la fixation des organismes marins. La connaissance de ce phénomène permettra de dégager des cibles enzymatiques (ou de type récepteur) qu'il faudra chercher à inhiber.

2) La recherche d'inhibiteurs d'enzymes responsables de la formation des substances adhésives (comme la polyphénol oxydase).

Des résultats très récents ont pu mettre en évidence le rôle de certaines familles de molécules. M.WATARU du centre de Shimizu a montré dans un journal japonais (7) que certains acides gras insaturés sont responsables de l'activité "antifouling" de la moule bleue *Mytilus edulis*. D'autre part il a également mis en évidence le rôle de certains dérivés indoliques possédant également une activité "antifouling".

Sur le plan du mécanisme, le "biofouling" débute toujours par la formation en trois étapes d'un film bactérien. D'abord, c'est la surface qui se recouvre d'un mince film organique composé de substances adhésives. Ensuite ce film se superpose de bactéries colonisantes primaires.

Enfin, ce sont des bactéries secondaires qui remplacent les premières souches, cela rend le terrain favorable à la fixation des particules et des micro-organismes.

De nouveaux, l'action des micro-organismes est à l'origine du phénomène de "biofouling". L'importance que prennent ces formes de vie primitive dans l'écosystème marin ne cesse de croître, ce qui étonne plus d'un spécialiste.

Conclusion.

Dans cet article, nous avons vu que l'observation du milieu marin est en mesure d'apporter un élément de réponse non négligeable à des problèmes encore sans réponse satisfaisante. La quête de nouvelles molécules à vocation thérapeutique est, plus que par le passé, devenu une nécessité. La recherche de ce type de composés peut également et paradoxalement apporter des innovations dans le domaine de la synthèse organique par l'utilisation d'enzymes issues directement du métabolisme de ces molécules. C'est aujourd'hui l'axe prometteur de ce type de recherches.

Les trois exemples qui ont été traités ici, ont permis de dégager l'importance des microorganismes marins. La collecte, l'étude systématique du matériel enzymatique, de ces organismes et une bonne diffusion de l'information, est l'approche qui a été choisie au Japon. Outre les premiers résultats qui ont été publiés, le domaine des biotechnologies marines génère des emplois.

Nous avons en France des atouts de choix pour réussir dans ce domaine. Notre présence par l'intermédiaire des DOM-TOM dans pratiquement toutes les mers du monde en est un. Sur le plan technologique, nous occupons une place de premier plan en particulier pour la quête des grandes profondeurs. Des résultats prometteurs sont obtenus aussi bien dans la collecte de

bactéries marines que dans celui des substances naturelles en Nouvelle-Calédonie dont l'exceptionnelle qualité de la flore et de la faune est reconnue dans le monde entier et au Japon en particulier.

Des progrès immédiats sont peut être à notre portée si beaucoup d'entreprises dont le domaine d'activité, à priori éloigné des biotechnologies, engagent un effort de réflexion sur ce que ce type de recherche peut apporter, non seulement à court terme mais aussi en réfléchissant sur une période de dix ou vingt ans.

Les exemples de cet article sont en partie évocateurs des possibilités existantes, mais ils ne reflètent pas tous les aspects actuellement étudiés. Les domaines de la cosmétique et de l'agro-alimentaire sont également concernés.

Bibliographie:

- 1) SATO, S. et Al, FEBS Lett., 1983, **155**, 277-280.
- 2) KOBAYASHI, J.I. et Al, Tetrahedron Lett., 1987, **28**, 4939-4942.
- 3) KOBAYASHI, J.I. et Al, J. Org. Chem., 1988, **53**, 1800-1804.
- 4) KOBAYASHI, J.I. et Al, J. Org. Chem., 1992, **57**, 2480-2483.
- 5) FUSEYANI, N., New J. Chem., 1990, **14**, 721.
- 6) BALDWIN, J.E. et WHITEHEAD, R.C., Tetrahedron Lett., 1992, 2059-2062.
- 7) WATARU, M., Nippon Suisan Gakkaishi, 1993, **59**(7), 1195-1199.

Cet article a été rédigé par Fabrice TAVET, boursier Lavoisier du gouvernement français au Japon, membre de l'association Bioscope Japon et de la S.F.J.O.

Fabrice TAVET
12, Passage Abel
Leblanc
75012 Paris.
Tel: 43.41.60.05.

S.F.J.O.
c/o NISHIKAWA Akiko
2, rue Caron, 75004 Paris.
Tel: 48.87.93.16.

図書紹介

多国語対象海洋科学用語集

Lexiques Polyglottes d'océanographie

高野健三 1993. 日・英・仏 海洋科学用語集. Lexique trilingue d'océanologie: français-japonais-anglais. 海漁協(資) 131号. 東京, (財)海外漁業協力財団. iv+300 p.

日仏海洋学会員の高野さん(筑波大学名誉教授)の長年の努力がようやく実って最近表記のような用語集が刊行された。仏語で約6900項目、英語で約6600項目を収録している。本体は仏-英-日語配列(117ページ)、日-英-仏語配列(112ページ)、英語索引(42ページ)の3部構成になっている。日本語はヘボン式ローマ字表記でのアルファベット順に配列されている。

本書での用語の採録は、仏日海洋学会長(当時)のBILLARDさんの序文によると、本書の親本というべき日仏海洋学会編「日・英・仏語対照海洋・水産学用語辞典」(1975)とLUCASさんが日本での研修成果を修士課程論文としてまとめた「仏・日・英語対照」水産増養殖用語集(1978)を主な底本とし、それに加えて本書企画のための日仏華三国の協力者による採録語をも収めている。

高野さんが「まえがき」で言及しているように、本書は日仏海洋学会の企てた1975年版用語辞典(上記)の増補改訂作業を発端として生まれた。日仏海洋学会は初め機関誌「うみ」を母体にして1965年以来用語集編集の企画を育ててきて、上記のように1975年には成書としても刊行したが、高野さんが多くの協力者の努力を結集して、この学会の業績としてこのように充実した用語集にまで仕上げられたことは、同じ会員として感謝するとともに誠に同慶に耐えない。詳しく見れば、例えば用語の採録には、専門分野によって今後取捨が問題にされることもあろうが、高野さんも指摘するように、これからは本書を底本とすれば改訂増補も容易というものである。

なお巻末の付録として元素名(仏-英-日語、日-英-仏語両配列)とともに、海洋科学(水産学を含む)に関連する国際機関・組織名(仏-英-日語、日-英-仏語両配列)、日本の機関・組織名(仏-英-日語、日-英-仏語両配列)、フランスの機関・組織名(仏-日語、日-仏語両配列、一部英語併記)が付録されている。特に国際機関やフランスの機関については常用されるアクロニー

ム(頭字語)の仏・英語索引としての役割をも果たしていて、この一覧表は読者にとって便利であろう。

本書の出版を好機に、近年の関連図書を二三紹介しておこう。一つは本書の発行所海外漁業協力財団が編集した五ヶ国語対照水産用語辞典(1991, 和文表題なし)で、日・英・西・仏・インドネシア語を配し、約3700項目のフランス語を採録している。本体はヘボン式ローマ字表記日本語のアルファベット順配列である。これに他の四ヶ国語索引が付く。ただしこの索引では、日本語に複数の対応外語が採択されている場合、各国語共通の問題として、第2以下の対応語は第1対応語に伴った形でしか項目化されていないのは不便である。増刷の場合はぜひ改訂してほしい。しかし日本語を含む多国語対照用語集として水産関係者にとって有益な一本であることは間違いない。日本語を含まないが、新刊の類書としてはNEGLEDLY(1990)のエルゼヴィア版英・仏・西・独・ラテン(生物種名)語対照水産用語辞典、MARX(1991)のエルゼヴィア版英・仏・西・独・伊・ラテン(生物種名)語対照水産増養殖用語辞典も同様に必携書といえよう。

高野本と採録対照分野が似たフランス書という点で、PIBOUBESとPERCIER(1989)の仏英独西語対照海洋辞典もここで紹介するに値しよう。本書はフランス語圏を網羅する語学組織「国際仏語評議会(CILF)」が同評議会刊行の海洋学用語集(1976)の増補版として発行した。対照分野は海洋一般項目のほか広く法学、歴史学、物理学、化学、生物学、地理学、地学、気象学、工学、建築学、水路学、航海術、漁業、海運業、石油採掘業、海洋技術、潜水術に及んでいる。なお採録語の仏-露語対照作業も終えているが、本書に含まれるに至らず、その刊行は今後のこととなった。ここに挙げた類書群のなかでの本書の特色の一つは、一般語学辞書のように用語説明を参照できることである。要所には採録語の用例が添えられているのも有益である。編集者のPIBOUBESさんはIFREMER(国立海洋開発研究所)ブレスト支所の資

料保管出版室長であり、PERCIERさんはかつて訪日の経験のある漁業学者で、先年までピアリッツ科学研究センター所長を勤められた。

高野本ではIFREMERについて英語表記だけで仏語非省略表記が脱落してしまった。IFREMERはInstitut français de Recherche pour l'Exploitation de la Merのアクロニムである。なおこの機関は1984年6月にそれまでのCentre national pour l'Exploitation des Océans (CNEXO)とInstitut scientifique et technique des Pêches maritimes (ISTPM)とを統合して設立されて今日に至っている。蛇足ながら元の両機関も高野本で採録されている。

参 照 文 献

- LUCAS, Nadine (1978): Lexique français-japonais-anglais d'aquaculture, sous la direction de M. Pr. René Sieffert. Thèse présenté de la Sorbonne (Paris III), Insitut national des Langues et Civilisations orientales, pour l'obtention du doctorat de troisième cycle en études de l'Asie orientale. 2 tomes. 1017 p.
- MARX, Cheryl E. (1991): Elsevier's dictionary of aquaculture. Amsterdam, Elsevier. vii+454 p.
- NEGEDLY, Robert (1990): Elsevier's dictionary of fishery, processing, fish and shellfish names of the world. Amsterdam, Elsevier. viii+623 p.
- Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) (1991): Dictionary of fisheries terms /Diccinario de terminos pesqueros/Dictionnaire des termes des pêches/Kumus untuk kata² perikanan. Tokyo, OFCF. 392 p.
- PIBOUBÈS, Raoul, Albert PERCIER (1989): Dictionnaire de l'océan. Paris, Conseil international de la Langue française. xiv+761 p.
- 佐々木忠義外 (1975): 日・英・仏語対照 海洋・水産学用語辞典. 東京, オーシャン・エージ社. xvi+241 p. [絶版]

(高木和徳)

学 会 記 事

1. 1994年4月1日 東京水産大学において平成6年度第1回幹事会が開かれた。主な議事は下記の通り。
 - 1) 日仏海洋学会会長にエノック氏が、名誉会長にビヤール、セカルディ両氏が就任した。
 - 2) 第7回日仏学術シンポジウム(1995年開催予定)が、明1995年秋に日仏会館新館の披露もかねて開催されることに決まった。
 - 3) 平成6, 7年度会長選挙の結果、有賀祐勝氏が会長に選出され、同会員から受諾の意志表明があった。
 - 4) 平成6, 7年度評議員当選者のうち、平野敏行会員から辞退の申し入れがあったので、中村重久会員が評議員に繰上げ選出された。
 - 5) 平成6年度日仏海洋学会賞受賞候補者への受賞が決定した。
 - 6) 八木宏樹会員に日仏会館1994年度日仏学者交換事業によるフランス派遣学術使節を依頼する旨、同会館から連絡があった。
 - 7) 3月20日現在の会計報告が行われた。
 - 8) La mer の編集刊行について

1993年度中の刊行は、計7号(第30巻3号~第32巻1号)、掲載論文50編、合計594頁となった。なお、3月31日現在の手持ち原稿は1編なので、引続き積極的に原稿確保に努めるよう、編集委員長からの協力要請があった。
 - 9) 1994-1995年度役員選出および幹事分担(案)について審議し、評議員会へ諮る原案を作成した。
 - 10) 平成7年度学会賞受賞候補者推薦委員会委員の推薦について審議し、評議員会へ諮る原案を作成した。
 - 11) 1994年度事業計画について審議し、下記のように原案を作成した。
 - ①学術研究発表会および総会を5月30日(月)に行う。
 - ②評議員会は5月13日(金)16時開催とする。
 - ③La mer 第32巻2号~第33巻1号を刊行する。
 - ④第7回日仏学術シンポジウム参加に向けて、テーマの検討、参加の準備等を行う。
 - ⑤講演会を他の学会と共催で行うことを計画する。また、八木宏樹会員のフランスからの帰国後、報告会を開催する。

2. 新入会員

(正会員・学生会員)

氏名	所属・住所	紹介者
岡内 努	〒305 つくば市天王台1-1-1 筑波大学バイオシステム研究科	関 文威
東 陽介	〒305 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学研究科	関 文威
本田 弘	〒605 京都市東山区下河原八坂 鳥居前下ル西入ル清井町492-21	
山崎秀勝	〒108 港区港南4-5-7 東京水産大学海洋生産学科	森永 勤
山根 猛	〒831 奈良市中町3327-204 近畿大学農学部	森永 勤
矢田貞美	〒108 港区港南4-5-7 東京水産大学海洋生産学科	小池孝知

(賛助会員)

名称	住 所
ケー・エンジニアリング株式会社	〒111 台東区浅草橋5-10-12 菊島ビル

3. 住所変更(受付順)

福田雅明	〒060 札幌市中央区北4条2-8-3 第2まるよビル2F 三洋テクノマリン札幌支店
井上尚文	〒105 港区西新橋3-25-47 清水ビル4F (株)ゼニライトブイ
徳田 廣	〒235 横浜市磯子区東町1-7
津久井文夫	〒431-02 静岡県浜名郡舞阪町舞阪3550 静岡県水産試験場浜名湖分場
永田 豊	〒514 三重県津市上浜町1515 三重大学生物資源学部漁場情報学講座
奈須敬二	〒889-06 宮崎県東臼杵郡門川町尾末1104-11
磯田 豊	〒041 函館市港町3-1-1 北海道大学水産学部
小口節子	〒263 千葉市稲毛区あやめ台2-24-205
山口征矢	〒108 港区港南4-5-7 東京水産大学教養科

4. 退会

(正会員) 菅野 尚, 遠藤泰司, 松本宗治,
増澤譲太郎, 小笠原義光,
藤井泰治, 秋葉芳雄

5. 逝去 竹内能忠

6. 受贈特色 (1994年1月~5月)

Chinese Science Bulletin 38(17-24)
Bulletin of the American museum of Natural
History 217
American Museum Novitates 37
Meereswissenschaftliche Berichte 5, 6
海洋与湖沼 24(1-6)
Israel Oceanographic & Limnological Research
Vol.15
日本学術会議月報 34(12), 35(1-4)
日本学術会議だより 31
国立科学博物館専報 26
国立科学博物館研究報告 19(4)
湖沼実習施設年報 (滋賀大学教育学部)
NTT R&D 43 (1,3,5)
海洋産業研究資料 25(1-5)
なつしま 128,129,130
水産工学研究所15年のあゆみ
農業工業関係研究成果情報
広島日仏協会報 124
経ヶ岬沖海底地質図
増養殖研究推進連絡会議報告
我が国における学術団体の現状
アジア学術会議-科学者フォーラム-
日本工業会ニュース
勇魚 10
RESTEC 32
東海大学海洋学部業績集 23
神戸海洋気象台報
日・仏・英海洋科学用語集
函館海洋気象台要報 22
日本航海学会論文集 90
日本航海学会誌 119
東海大学紀要 19
東海大学紀要 37
神奈川県立博物館研究報告 23
中国の水産改革と生産の増大

7. お知らせ (公募)

●東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学教室で大気海洋物理学大講座の助教授1名が募集されています。本教室は、平成5年度から旧地球物理学専攻が地球惑星物理学専攻として部局化されたもので、現在固体地球物理学(地球ダイナミクス・地震物理学・地球内部物理学), 大気海洋物理学(気象学・海洋物理学), 地球惑星圏物理学(大気光物理学・磁気圏物理学・宇宙空間物理学), 地球惑星進化学(地球惑星システム物理学・惑星形成進化学)の4研究グループ(大講座)から構成されています。

募集分野は大気海洋物理学(特に海洋物理学)。海洋モデルを用いたデータ同化と予報可能性の基礎的研究に意欲のある方で、平成6年度内で決定後なるべく早い時期に着任出来る方が求められています。応募を希望する人は1)略歴書(学歴及び職歴), 2)業績毫碌(レフリーのある論文と、それ以外の総説等に分ける), 3)主論文3編の別刷りまたはコピー, 4)他薦の場合は推薦状, 自薦の場合は所見を伺うことのできる2-3名の方の氏名と連絡先(住所・電話等), 5)自薦の場合、今後の研究計画・抱負等(A4版2枚程度)を下記に提出して下さい。締切は平成6年9月1日(木)(必着)です。

[送付・問い合わせ先] 〒113 東京都文京区弥生2-11-16 東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学教室 主任 河野 長 TEL:03-3812-2111 内線4310 FAX:03-3818-3247 応募書類の封筒には「大気海洋物理学大講座助教授応募」と朱書き、簡易書留で郵送して下さい。

●東京大学海洋研究所「海洋科学国際共同研究センター」の教授2名が公募されています。募集分野は企画情報分野の教授1名, 研究協力分野の教授1名です。同センターは、企画情報分野(教授1名, 助教授2名), 研究協力分野(教授・助教授各1名)に加え、2名の客員教授(外国人・国内各1名)により構成されています。

企画情報分野においては、深海掘削計画(ODP), 海洋観測国際共同研究計画(GOOS), 地球圏・生物圏国際共同研究計画(IGBP), 日仏KAIKO-TOKAI 共同研究計画, あるいは地球規模海洋生態系変動研究計画(GLOBEC)等に代表されるような国際共同研究に関し、自らの専門分野における共同研究の中心となりながら、各国との研究計画の企画・立案を行います。

研究協力分野においては、やはり自らの専門分野にお

ける共同研究の中心となりながら、各国との研究協力の企画・立案を行い、諸分野にわたる国際共同研究の調整を担当します。当面は日本学術振興会の拠点大学方式によるインドネシア・タイ・マレーシアとの学術交流等を基盤として、これをさらに発展させることを目的としています。

このたびの公募では、上記2分野の教授として、多方面にわたる海洋の基礎研究に関する国際共同研究・研究協力を積極的に推進し、新たな企画を意欲的に立案される方が希望されています。また、同時に同大学の理学系研究科あるいは農学系研究科の課程担当教官として、それぞれの専門分野において大学院教育にも携わることが求められています。

応募を希望する人は 1) 履歴書, 2) 研究業績目録(原著論文, 総説, その他を区別する), 3) 主要研究論文5編の別刷り(またはコピー), 4) 国際共同研究に関連した活動に関する資料(またはそのリスト), 5) 従来の研究の概要と国際共同研究に対する抱負(1200字程度), 6) 推薦状1通または応募者について参考意見を述べることの出来る人(2名)の氏名および連絡先を下記に提出して下さい。締切は平成6年9月20日(火)(必着)です。

〔送付・問い合わせ先〕〒164 東京都中野区南台1-15-1
東京大学海洋研究所所長 平野 哲也

TEL: 03-5351-6363 FAX: 03-3375-6716

日仏海洋学会役員・評議員
(1994-1995年度)

顧問: ユーベル・プロシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロベール アレクシス・ドラ
ン デール ベルナル・フランク ミシエ
ル・ルサージュ ローベル・ゲルムール

ジャック・マゴー レオン・ヴァンデルメ
ルシュ オーギュスタン・ベルク ユーベ
ル・セカルディ

名誉会長: オリビエ・アンサール

会長: 有賀 祐勝

副会長: 高木 和徳 岡市 友利

幹事: (庶務) 須藤 英雄 有元 貴文
(会計) 森永 勤 岸野 元彰
(編集) 佐藤 博雄 落合 正宏
(研究) 関 文威 小池 勳夫
(渉外) 佐伯 和昭 隆島 史夫

監事: 久保田 穰 辻田 時美

編集委員長: 山口 征矢

評議員: 有元 貴文 有賀 祐勝 石丸 隆
今脇 資郎 宇野 寛 大塚 一志
岡市 友利 奥田 邦明 落合 正宏
梶浦欣二郎 金成 誠一 鎌谷 明善
岸野 元彰 国司 秀明 久保田 穰
黒田 一紀 小池 勳夫 佐伯 和昭
坂本 亘 佐藤 博雄 杉森 康宏
須藤 英雄 関 文威 関根 義彦
平 啓介 高木 和徳 隆島 史夫
高野 健三 高橋 正征 谷口 旭
辻田 時美 寺崎 誠 寺本 俊彦
鳥羽 良明 中田 英昭 永田 豊
中村 重久 奈須 敬二 西沢 敏
畑 幸彦 半沢 正男 堀越 増興
前田 明夫 松生 治 松村 皐月
松山 優治 丸茂 隆三 村野 正昭
森田 良美 森永 勤 柳 哲雄
山口 征矢 和田 明 渡邊 精一

お 知 ら せ

1994年6月から編集委員会が替わります。
本誌への投稿原稿は下記あてにお送りください。

〒108 港区港南4-5-7
東京水産大学教養科
山口 征矢 気付
日仏海洋学会編集委員会

日本学術会議だより

No.32

平成6年度予算(案)決定

平成6年3月 日本学術会議広報委員会

今回の日本学術会議だよりでは、第16期の会員推薦関係費、アジア学術会議開催経費などを計上した平成6年度予算及び最近公表された「調査報告 我が国における学術団体の現状」等についてお知らせします。

平成6年度日本学術会議予算

平成6年度日本学術会議の予算額は、総額で12億128万7千円で閣議決定されました。前年度と比較して1億546万円の増。率にして9.6%の伸びです。これは、平成6年度が第16期の会員推薦期に当たり、会員の推薦に必要な経費、臨時総会及び臨時部会等の会員推薦関係費が8,048万1千円増額し1億5万5千円になったことが主な事由です。

また、アジア学術会議の開催に必要な経費が、前年度に引き続き2,219万5千円が認められました。

その他、平成6年度予算では、国際分担金の16団体に対する単位額の変更が認められ、国際会議の国内開催については、神経・筋、園芸学、錯体化学、心電学、情報ドキュメンテーション、病態生理学の6国際会議の開催を予定しています。

また、世界各地で開催される学術関係国際会議への代表派遣や二国間交流に必要な経費が計上されています。

平成6年度予算概算決定額表は、下表のとおりです。

(単位：千円)

事 項	前年度 予算額 A	平成6年度 予算額 B	比較増 △減額 C=B-A	備 考
日本学術会議の運営に 必要な経費	1,095,827	1,201,287	105,460	対前年度比較 109.6%
審 議 関 係 費	265,525	272,534	7,009	○地球圏-生物圏国際協同研究計画 (IGBP)シンポジウム、公開講演会等
国際学術交流関係費	221,254	226,646	5,392	
国際分担金	74,722	67,450	△ 7,272	
国内開催	73,543	86,172	12,629	
代表派遣	44,006	44,006	0	
二国間交流	6,823	6,823	0	
アジア学術会議	22,160	22,195	35	
会員推薦関係費	19,574	100,055	80,481	
会員推薦管理会	19,102	21,632	2,643	
推薦経費	472	57,629	57,393	
臨時審議経費	0	21,007	21,007	○第16期推薦経費
一般事務処理費	589,474	602,052	12,578	○臨時総会、臨時部会

第4常置委員会報告—調査報告 我が国における学術団体の現状(要旨)

平成6年1月26日

学会協会等の学術団体は各専門分野の学術の進展において重要な役割を果たしており、加えて、日本学術会議の会員候補者を推薦し、また、研究連絡委員会に委員を送るなど、日本学術会議の基盤となっています。第4常置委員会は、学術団体の活性化・活動強化等のための支援方策を検討するに当たって、学術全分野における学術団体の現状を知る必要を認め、調査を行いました。調査票は選択肢方式の9項目44設問にわたる詳細なものでありましたが、調査対象とした日本学術会議広報協力学術団体1069団体の70%にあたる750団体から回答を得ました。分析結果を対外報告「調査報告 我が国における学術団体の現状」として今回公表しました。

報告書は、(1)専門分野、(2)会員、(3)設置形態と組織形態、(4)活動状況、(5)国際性、(6)財政状態、(7)学術団体の属性にみる専門分野の類似性、(8)学術団体への支援について、及び「附属資料」よりなっています。報告では、学術団体の諸属性を、全団体平均に加えて、専門分野別と団体規模別に比較しています。63頁にわたる報告書の内容を簡潔に要約することは困難ですが、以下にその一端を紹介します。

学術団体の数は文学系及び医学系の分野で多く、法学系及び経済学系で少ない。2つ以上の専門分野にまたがる団体の割合は文学系及び医学系で少なく、理学及び工学で多い。平均正会員数は全団体平均で約2.5千人、人文科学部門で0.7~1千人、理学及び農学で1.7~2.5千人、工学及び医学系では約4千人である。

全団体の約20%が法人である。法人の割合は団体の規模の増大とともに急速に増加する。工学において特に高く、人文科学部門で低い。フルタイムに換算した事務職員数は正会員数に比例し、全団体平均でみれば正会員千人あたり0.71人である。事務所面積は正会員数に比例し、全団体についてみれば、基本面積が27㎡で、正会員千人あたり1.7㎡である。

会誌の発行は最も普遍的な活動で95%の団体に見られる。人文科学部門ではやや低く、理学及び工学においてやや高い。論文誌の発行は約27%の団体で行われており、経済学系、理学及び工学において割合が高い。書籍の出版は15%の団体で行われており、理学、工学及び農学で高い。その他の活動のうち、社会人教育は19%の団体で行われており、理学及び工学に多く、経済学系及び医学系で少ない。

国際集会を主催した経験をもつ団体は51%である。団体の規模が大きいほどその割合は高い。専門分野別で見れば、文学系及び法学系において低く、理学、工学及び農学で高い。国際集会を開催する上での困難の第1位は「経費の調達」で84%に達している。会誌あるいは論文誌を何らかの意味で国際的に開放しているのは85%の団体にみられる。

団体の財政規模を正会員数で割った額は全団体平均で29千円で、文学系及び経済学系において10~15千円、理学及び工学で高く48~57千円に達する。平成3年度における実質収支(繰り越しを除く)での赤字団体は全体の約3分の1であり、予算規模の10%以上の赤字をもつ団体が7%ある。外部からの支援を必要とする事業は、成果刊行が最大で60%、次が国際活動で30%である。団体の規模が大きくなると、国際活動への支援要求の割合が高まる。具体的な支援方策としては、学術団体の活動が円滑に進むよう制度等を整備する方法、特に、学術団体に対する課税及び学術団体への寄付者への課税を緩和する方策が効果的と考えられる。

終わりに、この調査に御協力を頂いた学術団体の担当者の方々に深く感謝申し上げる次第です。

第16期日本学術会議会員のための 登録学術研究団体の概況

日本学術会議では、現在、第16期(平成6年7月22日~平成9年7月21日)会員(定員210人)選出のための手続が進められていますが、その第1段階として、昨年(平成5年)5月末日を締切期限として、学術研究団体からの登録申請の受付が行われました。これらの登録申請については、日本学術会議会員推薦管理会において審査が行われましたが、その結果は次のとおりでした。

- ・申請団体数……………1110団体
- ・登録団体数……………1069団体

「日本学術会議だより」について御意見、お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

賛 助 会 員

阿 部 嘉 方	東京都練馬区春日町 2-15-6
株式会社 内田老鶴園 内 田 悟	東京都文京区大塚 3-34-3
有限会社 英和出版印刷社	東京都北区中里 2-7-7
株式会社 カ イ ジ ョ ウ	東京都西多摩郡羽村町栄町 3-1-5
㈱ 海洋生物環境研究所	東京都千代田区内神田 1-18-12 北原ビル内
株式会社 川 合 海 苔 店	東京都大田区大森本町 2-31-8
株式会社 自然・情報環境研究所	横浜市栄区桂町 1-1, 3-401
新日本気象海洋株式会社	東京都世田谷区玉川 3-14-5
全日本爬虫類皮革産業連合会	東京都足立区梅田 4-3-18
株式会社 高 岡 屋	東京都台東区上野 6-7-22
株式会社東京久栄技術センター	埼玉県川口市芝鶴ヶ丸 6906-10
株式会社西日本流体技研	長崎県佐世保市棚方町 283
日本アクアラング株式会社	神奈川県厚木市温水 2229-4
㈱ 三菱総合研究所 (社会情報システム部)	東京都千代田区大手町 2-3-6
宮 本 悟	東京都中央区かきどき 3-3-5 かちどきビル ㈱本地郷
株式会社 読 売 広 告 社	東京都中央区銀座 1-8-14
渡辺機関工業株式会社	愛知県渥美郡田原町神戸大坪 230
株式会社 渡部計器製作所	東京都文京区向丘 1-7-17

odix tokyo c'est un bureau rédactionnel indépendant

Tous les musiciens s'instruisent dans l'art de jouer de leur instrument.

器楽を演奏するにはその技術を習得しなければなりません

Tous les automobilistes s'instruisent dans l'art de conduire leur voiture.

自動車を運転するにはその技術を習得しなければなりません

Alors pourquoi peu d'étudiants désirent-ils s'instruire

dans l'art de leur communication scientifique?

研究者だけが論文作成技術を修得しないで済ませていいはずがありません

Dans le cadre de l'art de la communication scientifique,

l'odix tokyo vous offre un appui pleine de services sur la demande.

オウディクス トウキョウはよりよい学術論文をまとめたあなたを

あなたの満足ゆくまで応援します

Pour de plus amples détails, adressez-vous à:

当事務所のサービスについてのご照会は下記へ

odix tokyo

office de diffusion internationale et
de communication scientifiques de Tokyo

NAM 206, 1-8 Aobadai 3, Meguro-ku

Tokyo 153

オウディクス トウキョウ

学術情報国際流通事務所

東京都目黒区青葉台3-1-8

ニュー青葉台マンション206号

Tel/Fax: (03) 34.96.62.43

Biospherical Instruments (Biospherical社は、水中放射計) の専門メーカーです。

PRR-600型

水中器	下向き	照度	6波長(1波長追加可)
	上向き	輝度	6波長(1波長追加可)
	深	度	100m標準 200m可
	温	度	
	ケーブル	ル	100m強化
	デッキ	ユニット	バッテリータイプ
			RS-232C出力
	ソフト	ト	付属(IBM/DOS)



CI

CHELSEA
INSTRUMENTS
LIMITED



**Biospherical
Instruments
Inc.**

日本総代理店

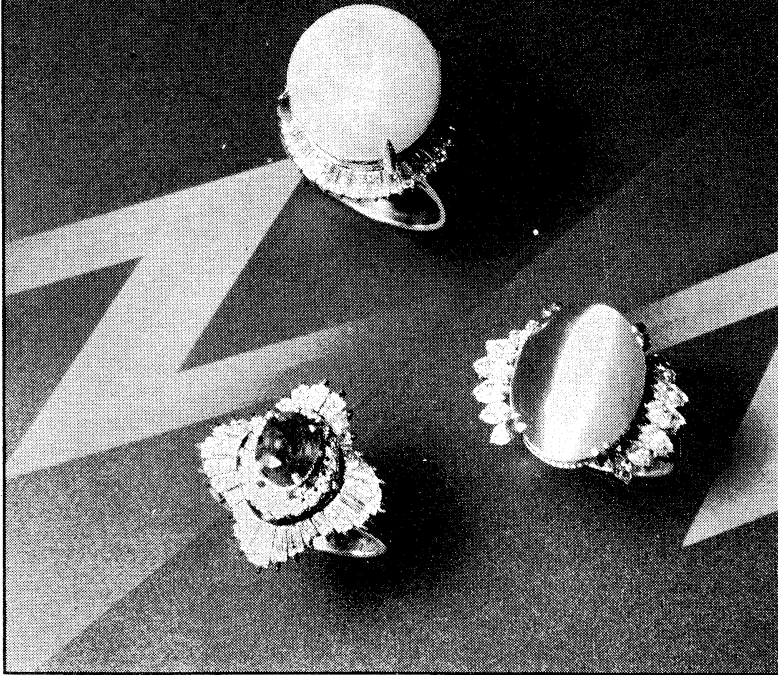
ケー・エンジニアリング株式会社

〒111 東京都台東区浅草橋5-10-12

TEL 03-5820-8170

FAX 03-5820-8172

Pearl & Jewelry



輝へん
のたまはるかに
はるかに。

宝石の名門



東京・銀座

東京都中央区銀座6-7-2
電話572-5011(代表)

JEWELER miwa
No.7-2, 6-CHOME, GINZA,
TOKYO Phone(03)572-5011

日仏海洋学会入会申込書

(正会員・学生会員)

	年度より入会	年 月 日 申込
氏 名		
ローマ字		年 月 日 生
住所 〒		
勤務先 機関名		
電 話		
自宅住所 〒		
電 話		
紹介会員氏名		
送付金額	円	送金方法
会誌の送り先 (希望する方に○をつける)	勤務先	自宅

(以下は学会事務局用)

受付	名簿 原簿	会費 原簿	あて名 カード	学会 記事
----	----------	----------	------------	----------

入会申込書送付先： 〒101 東京都千代田区神田駿河台 2-3

(財)日仏会館内

日 仏 海 洋 学 会

郵便振替番号： 00150-7-96503

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会 (1994-1995)

委員 長: 山口征矢

委 員: 青木三郎, 半沢正男, 堀越増興, 前田 勝, 落合正宏, 松山優治, 柳 哲雄, 渡辺精一

海外委員: H. J. CECCALDI (フランス), E. D. GOLDBERG (アメリカ), T. ICHIYE (アメリカ), T. R. PARSONS (カナダ)

幹 事: 落合正宏, 佐藤博雄

投 稿 の 手 引

1. 「ろみ」(日仏海洋学会機関誌; 欧文誌名 *La mer*) は, 日仏海洋学会正会員およびそれに準ずる非会員からの投稿(依頼稿を含む)を, 委員会の審査により掲載する。
2. 原稿は海洋学および水産学両分野の原著論文, 原著短報, 総説, 書評, 資料などとする。すべての投稿は, 本文, 原図とも正副2通とする。副本は複写でよい。本文原稿用紙はすべてA4判とし, 400字詰原稿用紙(和文)に, または厚手白紙にダブル・スペース(和文ワープロでは相当間隔)で記入する。表原稿および図説明原稿は, それぞれ本文原稿とは別紙とする。
3. 用語は日, 仏, 英3カ国語の何れかとする。ただし, 表および図説明の用語は仏文または英文に限る。原著論文(前項)には約200語の英文または仏文の要旨を, 別紙として必ず添える。なお, 欧文論文には, 上記要旨の外に, 約500字の和文要旨をも添える。ただし, 日本語圏外からの投稿の和文要旨については編集委員会の責任とする。
4. 投稿原稿の体裁形式は最近号掲載記事のそれに従う。著者名は略記しない。記号略号の表記は委員会の基準に従う。引用文献の提示形式は, 雑誌論文, 単行本分載論文(単行本の一部引用を含む), 単行本などの別による基準に従う。
5. 原図は版下用として鮮明で, 縮尺(版幅または1/2版幅)に耐えられるものとする。
6. 初校に限り著者の校正を受ける。
7. 正会員に対しては7印刷ページまでの掲載を無料とする。ただし, この範囲内であっても色彩印刷を含む場合などには, 別に所定の費用を著者負担とすることがある。正会員の投稿で上記限度を超える分および非会員投稿の印刷実費はすべて著者負担(10,000円/頁)とする。
8. すべての投稿記事について, 1篇あたり別刷50部を無料で請求できる。50部を超える分は請求により, 50部単位で作製される。別刷請求用紙は初校と同時に配布される。
9. 原稿の送り先は下記の通り。

〒108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 山口征矢 気付
日仏海洋学会編集委員会

1994年5月25日 印刷
1994年5月28日 発行

ろ み 第32巻
第2号

定 価 ￥ 1,600

編 集 者 山 口 征 矢

発 行 所 日 仏 海 洋 学 会

財団法人 日仏会館内

東京都千代田区神田駿河台2-3

郵便番号: 101

電話: 03(3291)1146

振替番号: 00150-7-96503

印 刷 者 佐 藤 一 二

印 刷 所 (有)英和出版印刷社

東京都北区中里2-7-7

郵便番号: 114

電話: 03(5394)4856

(本誌出版費の一部は平成5年度文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。)

Publication of *La mer* has been supported in part by a Grant-in-Aid for Publication of Scientific Research Result from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.

Tome 32 N° 2

SOMMAIRE

Article special n° 10

Bioethics, Water and Environment Darryl R. J. MACER 103

Notes originales

Photosynthetic Capacity of the Toxic Dinoflagellates

Dinophysis cf. acuminata and *Dinophysis acuta*

..... Brigitte R. BERLAND, Serge Y. MAESTRINI,
Christian BECHEMIN and Catherine LEGRAND 107

Some Improvements in the Salicylate-Dichloroisocyanurate

Method for Determining Ammonia in Seawater Jing-shan YU,
Takashi ISHIMARU, Masaaki MURANO and Akira OTSUKI 119

Vorticity Flont around Kuroshio Flow (in Japanese) Shigehisa NAKAMURA 123

Faits divers

On Tsunamis around Cape Aonae in Okushiri Island (in Japanese)
..... Shigehisa NAKAMURA 131

Exemples de Biotechnologies Marines au Japon Fabrice TAVET 137

Lexiques Polyglottes d'Océanographie (in Japanese) Kazunori TAKAGI 145

Procès-verbaux 147

第 32 卷 第 2 号

目 次

特別寄稿

生物倫理・水・環境 (英文) Darryl R. J. MACER 103

原著論文

有毒渦鞭藻 *Dinophysis cf. acuminata* および *Dinophysis acuta* の光合成能 (英文)
..... Brigitte R. BERLAND, Serge Y. MAESTRINI,
Christian BECHEMIN and Catherine LEGRAND 107

サリチル酸-Dichloroisocyanurate 法による海水中のアンモニアの測定 (英文)
..... 魚 京善・石丸 隆・村野正昭・大槻 晃 119

黒潮流軸周辺の過度フロント 中村重久 123

資 料

奥尻島青苗岬周辺の津波について 中村重久 131

日本におけるマリンバイオテクノロジーの例 (仏文) Fabrice TAVET 137

多国語対象海洋科学用語集 高木和徳 145

学会記事 147