

19. 図們江開発が日本海の汚染に及ぼす影響と国際的汚染防止協定の必要性

EFFECT ON POLLUTION IN JAPAN SEA BY TOMANKO DEVELOPMENT AND NECESSITY
TO BE ESTABLISH THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR PROTECTION ENVIRONMENT

大同淳之*

Atuyuki DAIDO

ABSTRACT: The Tomanko Development Project, of which is planned for the triangle zone which is connected by China, Russia and North Korea in north west of the Japan sea, will start soon. According to the project, the population is supported to ten million people within the region. As a result of the increase in population, pollution (in various form) will be thought go up. The rate of outflow of pollution from the above region, is currently almost of same level as that experienced within Osaka bay. But, the magnitude of pollution can not be expressed only the population in this project region. The pollution connects both the population and to an area of hinter-land of this region. those magnitudes are very large in comparison with that of the Baltic sea. Then it is necessary to establish the International organization for protection of marine environment.

KEYWORDS: Tomanko. marine environment, pollution forecast, International organization.

1. はしがき

中国、ソ連および北朝鮮による図們江開発事業が具体化されつつある。この事業が始まると日本海の汚染が進むと予想される。本文は、この事業で日本海に日本側より流入する汚濁量を日本の実例から推定した。あわせて日本海の汚染の現状と汚濁物の流入量を述べた。将来、図們江が開発されたときの汚染量はその後背地から流入する。その量は、自然のままで日本海の環境を良好な状態に保つには過大であって、バルト海の轍を踏まぬため、周辺国で汚染防止についての協定結ぶ必要があることを述べる。

2. 図們江開発事業に伴う汚染量の予測

国連の提唱で中国、ソ連および北朝鮮の三国が接する図們江河口地帯で、自由貿易地帯等の開発計画が具体化しつつある。三国間の協定の遅れから中国はソ連サルビノ港に直接鉄路を敷き、北朝鮮も羅津地区で借地権を開放しつつある。この事業による汚染量は、立地する産業の種類、規模によって変わるので、これらが未定の今日ではそれを決めることが難しい。ただ、開発事業によって人口は、清津-ウラジオストク-延吉の三角帯で2020年に1000万人になるとの推定がある¹⁾。流域から流出する汚染物量は、その流域の人口、家畜数、土地の利用形態によって変わる。与えられている資料が人口のみである



図1 環日本海

* 立命館大学理工学部 Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

から、日本における COD、窒素およびリン²⁾の実積値を人口1人当たりの量で各河川および海域について表すと、図2のようになる。

いずれの値も人口 300 万人以上のところでは、ほぼ同じ値を示す。窒素についての点線は、一般に人間1人1日あたり排出する窒素量は12g/人/日とされているのでその値を表示したもので、人口 300 万人より少ない地域では、人間より他の家畜、土地利用による窒素量が相対的に大きくなるため、この線より実測値は大きいが、300 万人より人口の多いところで人口の影響が相対的に増すため、現在の日本での汚水処理度で、工業等より供給される量をも含めて、12g/人/日で表されるとしてよいリ

ンの量は大体窒素量の 1/8 とされているので、1.5g/人/日とみなすことができる。以上の結果、図們江開発に伴い、この地域に 1000 万人の人口増があるとすると、現在より窒素が 120 t/日、リンが 15t/日増加する。図們江の河口部の地形が明らかでないので、この流出物がどのように拡散するか不明であるが規模からいえば表 1 に示す大阪湾の状態に近い。従って、かなり汚染の進んだ状態であるこの濃度は漁業面から見たとき、イワシのような表面にいる魚は別として、リンはエビでは現在の大阪湾の濃度の 1/6、タコで 1/5.5、シャコ、カレイで 1/1.8 が許容濃度で、これ以上増加したときは生産量が低下する。

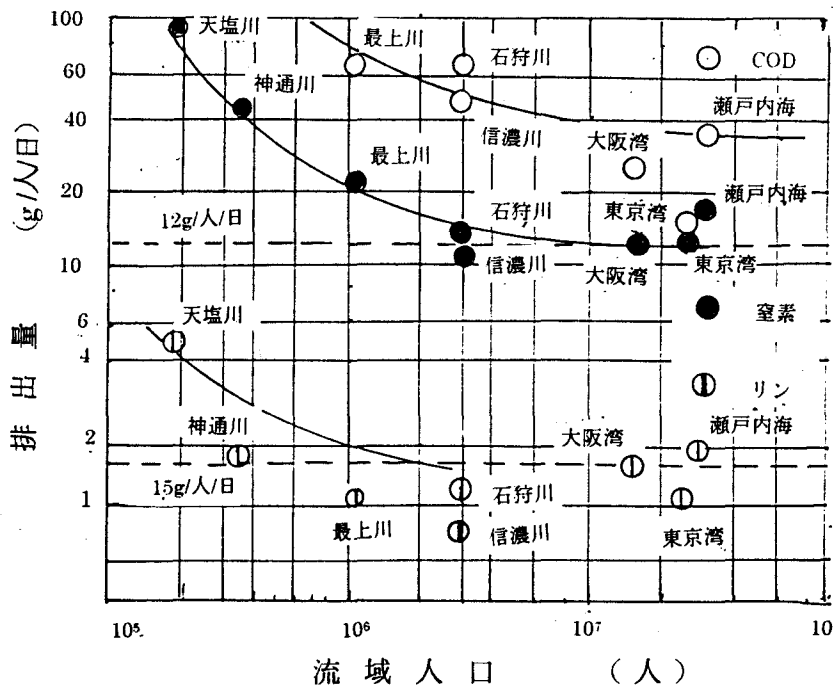


図2 日本における汚染物の流出量

表 1 東京湾、大阪湾、瀬戸内海と図們江との比較

		東京湾	大阪湾	瀬戸内海	図們江開発
人口 (万人)		2500	1512	2958	1000
水面積 (km ²)		1380	1400	21827	
水容積 (億 km ³)		621	418	8158	
発生量 (t/日)	COD	301	369	994	
	窒素	320	184	495	120
	リン	26	22	52	15
$\frac{\text{発生量}}{\text{水容積}}$ (ppm)	COD	4.84	8.8	1.21	
	窒素	5.5	4.4	0.61	
	リン	0.42	0.53	0.62	
海の中の濃度 (実測) (ppm)	COD	3.5	2.6(3.3)	1.7	2.6
	窒素	1.0(0.18)	0.53(0.23)	0.29(0.475)	0.53
	リン	0.065(0.15)	0.044(0.196)	0.029(0.046)	0.04

() 内の数値は大阪湾北部の値を示す。

3. 日本海の水質と底質の現状

3. 1 水質と底質

溶存酸素量は、深海部において周辺の海域より高い値を示している。また、リン酸塩についても正常な値を示している³⁾。有害物質については水中の含有量は極めて少なくても、底質中には何万倍と濃縮して存在するのが普通で、ここでも海水中の濃度は基準より低い。底質中に含まれる値の1例をPCB、水銀およびカドミウムについて示す³⁾と、図3 a.b.c に示すように海水中の約1万倍である。水銀を例にとると、水俣で20ppm以上のところは危険として浚渫して埋め立てたが、その1/200程濃度が存在する。これらの水銀は酸素のないところでは、有機銀に変わるので、無酸素の状態にはできない。今後、底質の重金属の濃度とDOを監視する必要がある。

3. 2 日本海に流入する汚濁量

(a) 日本 日本河川より日本海に、1年間に流入するCOD、リン、窒素および環境基準の量は、測定濃度と流量の積より表2のようになる⁴⁾。環境基準に規制されている物質の量は、いずれも自然賦存量に近い。

表2 日本海に日本側から流入する物質質量 単位 t/年

項 目	年間流出量	項 目	年間流出量	項 目	年間流出量
COD	321.2×10 ³	アルキル水銀	0	トリクロロエチレン	162
リン	4.8×10 ³	PCB	0	テトラクロロエチレン	40.5
窒素	71.6×10 ³	ジクロロメタン	16.2	1, 3-ジクロロプロペン	16.3
カドミウム	81	四塩化炭素	16.2	チウラム	48.6
全シアン	0	1, 2-ジクロロエタン	32.4	シマジン	24.3
鉛	405	1, 1-ジクロロエチレン	162	チオベンカルブ	162.0
六価クロム	2100	シス-1, 2-ジクロロエチレン	324	ベンゼン	81.0
砒素	405	1, 1, 1-トリクロロエタン	40.5	セレン	162.0
総水銀	40.5	1, 1, 2-トリクロロエタン	48.6		

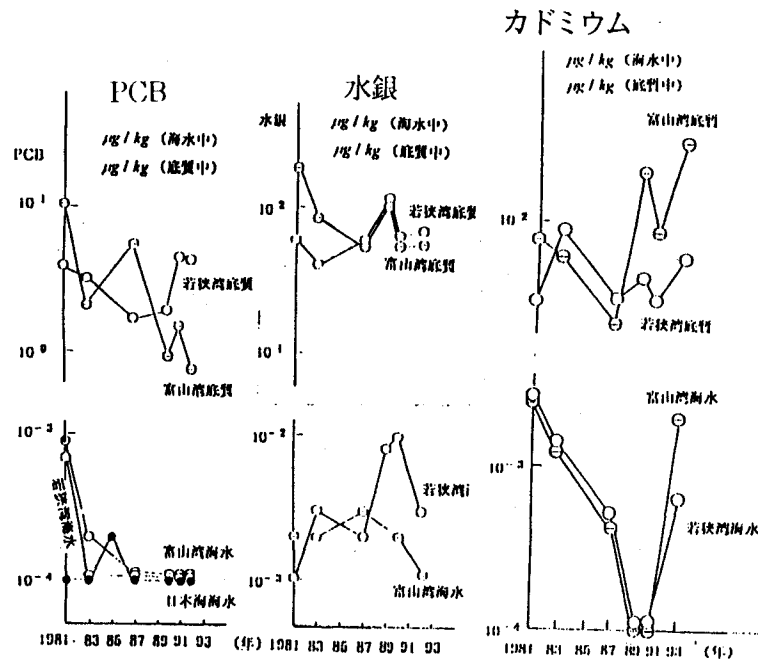


図3 日本海の海水、底質中のPCB、水銀およびカドミウム濃度 (3) より作成)

(b) ロシア 沿海州の代表的な河川およびウラジオストック前面の海域の水質は表3、4⁵⁾のとおりで、許可限界を超えている項目が多く、汚染が進んでいることを示す。また、この報告では、ロシア沿海州地方における産業廃棄物は1995年が3.3×10tで、そのうち、有害廃棄物は9.9%で、メッキ、石油スラム、水銀、有毒品は1%、したがって3.3×10tとしている。これは日本海の容量から無視できない量である。

(c) 朝鮮民主主義人民共和国 図們江開発計画事業書⁵⁾に記されている値を表5、6に示した。この計画書には参入企業は環境基準を守らねばならぬとしているが具体的数値は示されていない。

(d) 韓国 韓国は殆どの河は西海岸に流れ、日本海側は、河川が短く汚染発性源は少ない模様である。ただ港湾などで防波堤などで囲まれた所で汚染が高く、CODの経年変化は表7のとおりである。⁷⁾

表3. ロシア沿海地方ラズドリナヤ河の水質

有害物質	記号	単位	含有率	有効許可限界
アンモニア窒素	NH ₄ ⁺	mg/l	0 - 2.277	0.4
ニトロ窒素	NO ₃ ⁻	mg/l	0 - 0.42	0.02
鉄	Fe	mg/l	0.22 - 4.36	0.1
銅	Cu	mg/l	0.002 - 0.0012	0.001
フェノール各種類		mg/l	0.003 - 0.018	0.001
石油炭水素		mg/l	0 - 0.21	0.05
人工活性物質		mg/l	0 - 0.076	0.01
防疫・殺虫剤	DDT	mcg/l	0 - 0.076	不許可
ヘキサクロルシクロヘキサン	BHC	mcg/l	0 - 0.008	不許可
リンゲニウム		mcg/l	0 - 0.004	不許可
防疫・殺虫剤	DDE	mcg/l	0 - 0.013	不許可
クロム3+	Cr ³⁺	mg/l	0 - 0.022	0.005

表4. ピョートル大帝湾の水質

有害物質	記号	単位	含有率	許容限界
防疫・殺虫剤	DDT	ng/l	0.0 - 4.1	不許可
防疫・殺虫剤	DDE	ng/l	0.0 - 2.6	不許可
防疫・殺虫剤	DDD	ng/l	0.0 - 3.7	不許可
αヘキサクロルサイクロヘキサン	α-HCHL	ng/l	0.0 - 1.4	不許可
γヘキサクロルサイクロヘキサン	γ-HCHL	ng/l	0.0 - 1.2	不許可
フェノール		mg/l	0.002 - 0.014	0.001
石油炭化水素		mg/l	0.01 - 0.11	0.05
人工活性物質		mcg/l	40 - 119	0.1
重金属		mcg/l		
銅	Cu	mcg/l	0.5 - 8.7	5
コバルト	Co	mcg/l	0 - 2.2	5
カドミウム	Cd	mcg/l	0 - 3.0	10
ニッケル	Ni	mcg/l	0 - 214	10
鉄	Fe	mkg/l	5.8 - 267	50
亜鉛	Zn	mcg/l	0.01 - 0.12	50
水銀	Hg	mcg/l		0.1

表5 朝鮮民主主義人民共和国の河川の汚濁濃度

Elements	Measurement figures(ppm)
PH	7.03
COD	2.84
DO	8.17
NH ₄ -N	0.18
NO ₂ -N	0.03
NO ₃ -N	1.64

表6 朝鮮民主主義共和国の海水の汚濁濃度（先鋒湾）

Elements	Measurement figure (Sea-water)(ppm)	Measurement figure (Sea-bed)(ppm)
P	0.0068	33.3
Cr	0.0036	62.8
Cd	0.0001	10.4

表7 韓国東海岸における COD

(単位:mg/l)

項目	蔚山	清草湖(束草)	三陟	注文律	江陵
1990	2.1	10.3	1.8	5.3	-
1991	2.0	7.3	2.0	4.0	1.4
1992	1.7	6.7	1.7	4.2	1.6
1993	1.8	8.1	1.7	3.3	1.7
1994	1.8	7.2	1.4	2.6	1.6

4 日本海に国際的な汚染防止の取り決めの必要性

4. 1. バルト海の汚染と保全に対する取組み

バルト海は、流域の人口7千万人で、工業、農業および公共下水の排水が直接的、間接的（河または pipe line を通したものを間接としている）に流入するが、直接の40%、間接の20%が未処理のまま、直接の20%、間接の30%は機械的処理のみ、機械的処理に生物学的処理を加えたものは全体の30%に過ぎない。これに、千七百万人の家庭排水が加わっている。^{10) 11)} 窒素は94万 t/年、りんは5万 t/年、流入する。主な供給源は、公共下水、工業（食品、パルプ、紙）農業（肥料）で、窒素肥料は1960年の約7倍、りんは3倍になっている。これらは、河から

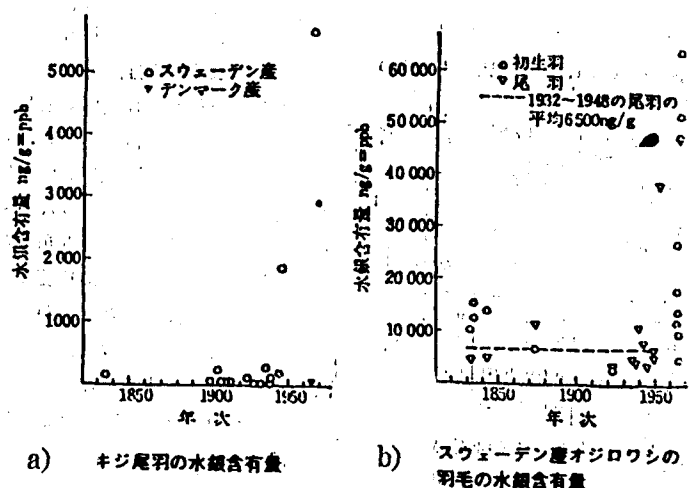


図4 鳥類羽毛中の水銀量

だけでなく大気からも供給され、例えば3価のリン9千トン/年は大気から供給されている。水銀は大気中に $1.1 \times 10^{-9} - 1.1 \times 10^{-8} \text{ g/m}^3$ 含まれるので、4 t/年—29 t/年、大気から、カドミニウム、80 t/年、銅の年間流入量の50~80%も大気から流入するとされている。

重油は船の事故から6万 t/年放出される。さらに重大な問題として、PCB、DDTの蓄積があげられている。その結果、汚濁物の堆積層は海の1/4の広さに達し、酸素が消滅して、硫化水素に入れ替わった。1977年頃よりとくに状況は悪化し、酸素の減少に伴うある種の病気や毒素を持った微小生物が発生し、魚の大量死、海底動物の被害が生じ、沿岸住民の健康へも影響を与えた。例えば、図4はスウェーデンにおける魚をエサとする鳥類の羽の中に含まれる水銀の量であって⁹⁾、1960年にこれらの鳥の卵は水銀の量が不妊の限界に達している。

環境保全に対する取組みとしては、1974年3月、沿岸7ヵ国の参加の下にバルト海洋環境保護会議（HELCOM）が発足した。この会議の設立条約は、特定の海洋地域の汚染の防止と制限を目的とした初めての国際条約で、陸上・海上をとわずあらゆる種類の汚染に対する保護活動の実施を目的とした。そうして、目的達成のため、国ごとの努力だけでなく地域協力、相応の国際的措置が必要として、危険物質の流出には対抗措置をとること、大量の有害物質の流出には関係当局の特別許可と HELCOM への連絡が必要、二ヵ国以上の領土から污水が非出された場合は関係国で共同で汚染防止措置をとらないといけない等の取り決めがなされた。

この取り決めによって、DDT、PCBの規制から海鳥の卵、ニシンのDDT含有率の低下、非鉛系ガソリンの使用による鉛の減少、等の効果が出たが、他方、空気中の窒素が減少せず、植物プランクトンは増え続け、1987年では窒素は年間に94万トン、リンは5万4000トンと、1900年初めはそれぞれ25万トン、1万トンであったので、4倍から6倍に増加している。条約はあっても必ずしも改善できなかった理由は厳格な環境基準を適応してきた北

欧諸国とバルト3国、サンクトペテルブルグおよびポーランドで汚染物質の垂れ流しが横行したためとされている。1990年にローネビュー会議で陸上から排出される汚染物質の対策が強化され、1992年にはこの路線に沿った環境行動20年計画と74年の条約の改定を行っている。財政的に20年間に18億ECUの投資が必要で、この地域の経済には限度があることから、国際機関からの融資がこの計画達成の鍵となっている。

4. 2. 日本海とバルト海の比較

日本海とバルト海の諸元を表8に示す。日本海の海底地形は、比較的平坦な海底のバルト海と違って、盆地状に深くなって水の変換が行われにくい形である。深海部の溶存酸素DOは、現在は4 ppm程度に保たれているが、この深海部の水の供給源は、水温の関係から、ロシア沿海州、中国および朝鮮民主主義共和国からの排水を伴うリマン海流によって補給されると考えられる。一度、深海部に入った水は、入替えに要する年数は表8に示すものより大きいと予想される。海水中に入った窒素、リンは動・植物プランクトンとなり、魚のエサあるいは湾外に出て減少する。減少する割合について調べた結果では、バルト海では1年間で窒素が湾内で40%除去されているのに対し、東京湾では3%にとどまっている¹³⁾。東京湾での脱窒素の率が低い理由として、1) 流入負荷中の硝酸・亜硝酸イオンの割合の不適切、2) 湾の地理学的形状や堆積物の性状、3) 湾内での水の滞留時間などの因子が関係するとしているが、一番大きな影響として、脱窒がもっとも盛んな浅瀬の減少をあげている。

バルト海は表5に示すように水深10m以下の領域が水面積の17%で、太陽光の届く深さ40m以下の面積は50%占めている。それに比べて日本海は陥没地形から浅瀬が占める面積は極めて少ないので脱窒の割合はバルト海より小さいとみなされる。海に流入する汚染物は、2で示したような川を通して流入するだけでなく、その海の流域全体から流入すると考える必要がある。多くの物質が流域を越えて運ばれてきて、加工され、輸送される。その過程で廃棄物が発生する。環日本海経済圏は、狭義には、日本の日本海側、道府県、朝鮮半島の「東海」側の各道、中国の東北三省、ソ連の沿海州であろうが、上述のように物流の生じる範囲を含ませるならば、日本・韓国・朝鮮民主主義共和国・中国東北三省・ソ連の極東地域を考える必要がある。¹²⁾ そのときの経済圏の面積、人口は表8に示すように、バルト海のそれと比較するとき、面積は1.7倍に対して、人口は3倍である。もし、この経済圏が活発に活動するようになると、日本海の汚染はバルト海以上になる。現在、中国吉林省、黒龍江省を貫流する松花江に流入有害物質は、六価クロム 137t/年、フェノール 301t/年、石油 1057t/年、アニリン 282t/年と報告されており⁸⁾ 現在はアムール河にでているが、図們江開発後はこの一部が図們江に直接流入するとみなされる。開発に伴って日本側からも汚染量が増加するだろう。

表8. 日本海とバルト海の比較

	日本海	バルト海
表面積	1300×10 ³ km ²	415×10 ³ km ²
最高水深	3750m	459m
平均水深	1350m	52
水深10m以下の面積割合	≒2%	17%
水深50m以下の面積割合		60%
90%の海水の入替に要する年数	25年	25年
窒素流入量	71.6×10 ³ /年 (日本のみ)	940×10 ³ トン/年
リン流入量	4.8×10 ³ /年 (日本のみ)	54×10 ³ トン/年
COD	321.2×10 ³ t/日 (日本のみ)	
流域人口 (万人)	22700	7000
流域面積 (除く海の面積)	275万 km ²	163万 km ²

4. 3. 国際機関設置の必要性

バルト海の例に見られるように、個々の国が環境基準を作っただけでは汚染を防止することは難しい。早急に環境についての資料を整備し、海における規制だけでなく、陸上における汚染源についても当事国を越えて指導できる強制力を持った国際機関の設置が望まれる。

5. むすび

近く事業が始まる、図們江開発事業に伴う汚染量を推定するため、日本における COD、窒素、リンの排出量を調べ、たとえば、窒素量は人口が 300 万人を越える流域からの流出は、人間一人当たり 1.2g/人/日で表されることを示し、2020 年に図們江地域で人口が 1000 万人増との計画から、窒素の排出量の増加は 120t/日、同様にリンは 15t/日と推定した。この規模は、現在の大阪湾に流入する規模に匹敵することを述べた。

つぎに日本海に日本側から流出する COD、窒素、リンおよびその他の有害物質、海水中の溶存酸素、リン酸塩の量を資料から示し、河川から海水中の濃度は環境基準以下であることを示した。しかし、水中の含有量が少なくても底質にはその何十倍かの値が堆積するのが普通で、若狭湾および富山湾の PCB、水銀、カドミウムの含有量は水中の一万倍程度であることを示し、今度、底に堆積する有害物を監視する必要があることを述べた。

一方、周辺国の資料は収集が難しく、入手した資料を紹介したが、年間の流出量を推定するのには十分でない。ただ日本海に流入する汚染量を上述の開発区域の資料のみから推定するのは正しくない。開発区域の後背地から物質が運ばれて加工されるので、後背地の条件を考慮する必要がある。この量を、例えば汚染の進んでいるバルト海と比較すると、日本海のほうが汚染が進む可能性がある。そこで、これを防ぐためには、個々の国の対応では不十分で、強制力のある国際機関の設置が必要であると提案した。

参考文献

- 1) 丁 士晟：図們江開発構想、創知社、1996
- 2) 中西 弘、武岡英隆：東京湾と瀬戸内海を比較する、東京湾、恒星社厚生閣 p159 1993
- 3) 環境庁：日本近海海洋汚染実態調査、平成 4 年、平成 5 年、平成 6 年
- 4) 日本河川協会：日本河川水質年鑑、1994
- 5) ストマチェック、ウフゲニーステパノヴィッチ、環日本海地域の環境を考えるシンポジウム、1996
- 6) Investment Climate, Rajin-Sanbong Free Economic and Trade Zone, Kim Il Sung Univ. Pub. House, 1995
- 7) 金 政 ら：環日本海の経済開発に伴う日本海の水質に及ぼす影響、Ritsumeikan Univ IIRAS, 1996
- 8) 金崧、鐘震：中国の環境保全への展望、産業と環境 1996.3
- 9) 宇井、喜田村：高度の濃縮を伴う自然界の汚染、土木学会誌 53 3
- 10) Westing A.H: Comprehensive Security for The Baltic, Sage、1989
- 11) Fitzmaunce, M.; International Legal Problems of the Environmental protection of Baltic sea, Dordrecht, Martinus nijhoff, 1992
- 12) 百瀬 宏ら、環バルト海、岩波新書、1995
- 13) 小池勲夫：生物とその働き、東京湾、恒星社厚生閣 p117、19