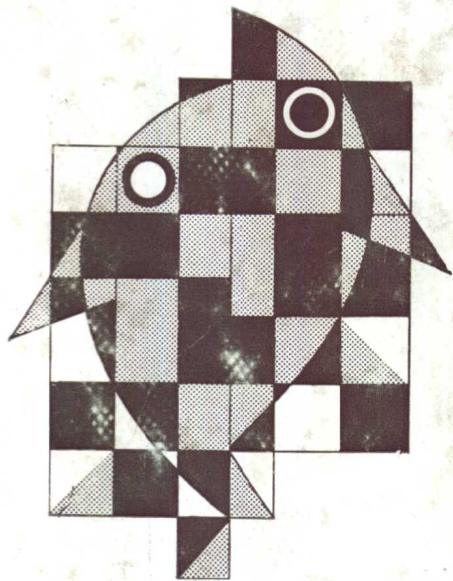


日本水産学会監修

貝毒プランクトン

——生物学と生態学

福代康夫 編



内容と執筆者

- まえがき…………… 福代康夫
- I-1. 貝毒問題に関する研究と
対策…………… 小金澤昭光・小谷祐一
- II. 貝毒プランクトンの生物学
2. 分類と分布…………… 福代康夫
3. 生活史…………… 吉松定昭
4. 増殖と環境要因…………… 石丸 隆
- III. 貝毒プランクトンの生態学
5. 北海道…………… 西浜雄二
6. 陸奥湾…………… 尾坂 康
7. 三陸沿岸…………… 五十嵐輝夫
8. 鹿島灘…………… 岩崎 順・草野和之
9. 紀伊半島西岸域…………… 竹内照文
10. 山口県日本海沿岸
…………… 池田武彦・松野 進・遠藤隆二
- 総合討論…………… 福代康夫・菅野 尚・安元 健他

水産学シリーズ

56

日本水産学会監修

貝毒プランクトン

——生物学と生態学

福代康夫編

1985・10

恒星社厚生閣

出版委員

石井丈夫 小倉通男 鴻巣章二 清水 潮
須山三千三 野村 稔 羽生 功 平野礼次郎
山川健重

水産学シリーズ[56]

定価1600円

貝毒プランクトン—生物学と生態学
Toxic Dinoflagellate—Implication in shellfish poisoning

昭和60年10月15日発行

編 者 福 代 康 夫

監 修 社団法人 日本水産学会

〒108 東京都港区港南4—5—7
東京水産大学内

発行所 〒160 東京都新宿区三栄町8 株式会社 恒星社厚生閣
振替 (東京) 0-59600
Tel (359) 7381~5

©日本水産学会, 1985, 興英文化社・風林社塚越製本

ISBN4-7699-0550-5 C3362 ¥1600E

ま え が き

有毒プランクトンの摂取による二枚貝の毒化現象は、昭和50年代初めに三陸沿岸や北海道噴火湾で顕在化して以来、日本沿岸各地に発生し、貝類養殖業の発展に大きな障害となっている。この原因有毒プランクトンは極めて低密度の出現量で貝類を毒化させ、その出現時に通常の海洋観測では容易に確認できる異変が認められなかったため、生態調査にはさまざまな困難が伴った。しかし、赤潮予察調査や重要貝類の毒化点検調査など全国的規模の調査が水産試験場などにより精力的に実施され、その中で新たな手法が開発・創出されたことによって、有毒種の生物学と生態学の研究は飛躍的に進展した。特にまひ性貝毒原因種の生活史が明らかにされ、それを踏まえた上での出現から消滅にいたるまでの発生推移の調査、あるいは下痢性貝毒原因種の発生動態と海流との関連性に関する解析など、従来からプランクトンの生態研究で重要と考えられていた課題が実施されたことは高く評価されよう。しかし、原因種の発生機構や毒性などの生理的特質が貝毒発生海域ごとに異なる可能性が認められるなど、今後に残された問題も少なくない。

そこで、今回この分野における近年の進歩と研究の現状を整理して貝類毒化の予知や回避に役立て、沿岸漁業振興に寄与することを目的として下記のシンポジウムを企画し、昭和60年4月5日、日本水産学会春季大会において開催した。

貝類毒化原因プランクトンの生物学と生態学

企画責任者 福代康夫(東大農)・安元 健(東北大農)

小金澤昭光(東北水研)・岡市友利(香川大農)

開会の挨拶

福代 康夫(東大農)

座長 福代 康夫(東大農)

I. 貝類毒化問題に関する研究と対策の現状

小金澤昭光(東北水研)

II. 毒化原因プランクトンの生物学

座長 菅野 尚(東海水研)

1. 分類と分布

福代 康夫(東大農)

2. 生活史

吉松 定昭(香川赤潮研)

3. 増殖と環境要因

石丸 隆(東大海洋研)

Ⅲ. 各地の毒化原因プランクトンの生態学

- | | |
|-------------|---------------------|
| | 座長 福代 康夫 (東 大 農) |
| 1. 北海道 | 西浜 雄二 (網 走 水 試) |
| 2. 陸奥湾 | 尾坂 康 (青森水産増殖センター) |
| 3. 三陸沿岸 | 五十嵐輝夫 (気 仙 沼 水 試) |
| 4. 鹿島灘 | 岩崎 順 (茨 城 水 試) |
| | 座長 岡市 友利 (香 川 大 農) |
| 5. 紀伊半島西岸 | 竹内 照文 (和 歌 山 水 試) |
| 6. 山口県日本海沿岸 | 池田 武彦 (山 口 内 海 水 試) |

Ⅳ. 総合討論

- | |
|----------------------------|
| 座長 菅野 尚 (東海水研)・福代 康夫 (東大農) |
| 安元 健 (東北大農)・小金澤昭光 (東北水研) |
| 岡市 友利 (香川大農) |

閉会の挨拶

小金澤昭光 (東 北 水 研)

本書は当日の講演の内容を中心に、質疑応答ならびに討論の要旨を加えて編集したもので、今後の貝毒プランクトン研究の発展に役立てば誠に幸いである。

最後に本シンポジウムの開催と本書の出版にご協力いただいた日本水産学会の関係各位ならびに恒星社厚生閣に心からお礼を申し上げる。

昭和60年5月

福 代 康 夫

貝毒プランクトン——生物学と生態学 目次

まえがき 福代康夫

I-1. 貝毒問題に関する研究と対策

.....(小金澤昭光・小谷 祐一)..... 9

- §1. 行政対策の経過と現状(10) §2. 調査研究の経過
と現状(12) §3. まひ性貝毒の広域化問題(16)
§4. 海外の情勢(16)

II. 貝毒プランクトンの生物学

2. 分類と分布(福代 康夫).....19

- §1. まひ性貝毒プランクトン(19) §2. 下痢性貝毒プ
ランクトン(26)

3. 生活史(吉松 定昭).....31

- §1. 生活史の概要(31) §2. 無性生殖(31)
§3. 有性生殖(32) §4. おわりに(38)

4. 増殖と環境要因(石丸 隆).....40

- §1. 培養条件下における生長(40) §2. 発生を決定す
る環境要因(43)

III. 貝毒プランクトンの生態学

5. 北海道(西浜 雄二).....47

- §1. 貝類の毒化状況(47) §2. まひ性貝毒プランク
トン(48) §3. 下痢性貝毒プランクトン(53)

6. 陸奥湾(尾坂 康).....59

- §1. 下痢性貝毒プランクトンの出現動態(59) §2. 発
生と水温, 塩分との関係(65) §3. 分布水深と貝類毒化
の関係(66) §4. 出現の予測(67)

7. 三陸沿岸(五十嵐 輝夫).....71
- § 1. 下痢性貝毒プランクトンの分布動態(71)
- § 2. 貝類毒化の予察(74) § 3. 貝類毒化の回避(78)
- § 4. *Dinophysis tripos* の毒性(81)
8. 鹿島灘(岩崎 順・草野 和之).....82
- § 1. 貝毒量と下痢性貝毒プランクトンの季節的消長(83)
- § 2. 発生と環境要因(86) § 3. 沿岸域における分布(87)
- § 4. 沿岸への輸送機構(91) § 5. おわりに(96)
9. 紀伊半島西岸域(竹内 照文).....98
- § 1. まひ性貝毒プランクトンの季節変動と群生長(100)
- § 2. 水平分布と環境要因(101) § 3. 昼夜移動(104)
- § 4. シストの形成(105)
10. 山口県日本海沿岸 (池田 武彦・松野 進・遠藤 隆二)..... 109
- § 1. まひ性貝毒プランクトンの消長と二枚貝の毒化(110)
- § 2. 貝毒プランクトンの毒性(112) § 3. 貝毒プランクトンの給餌による各種二枚貝の毒化(115)
- § 4. おわりに(116)
- 質疑応答と総合討論 119

Toxic Dinoflagellate
—Implication in shellfish poisoning—

Edited by YASUWO FUKUYO

- I -1. Studies and Monitoring System for Shellfish Poisoning
AKIMITSU KOGANEZAWA and YUICHI KOTAKI
- II. Biology
- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| 2. Taxonomy and Distribution | YASUWO FUKUYO |
| 3. Life History | SADAAKI YOSHIMATSU |
| 4. Growth and Environmental Factors | TAKASHI ISHIMARU |
- III. Ecology
- | | |
|---|---------------------------------|
| 5. Hokkaido | YUUZI NISHIHAMA |
| 6. Mutsu Bay | KOU OSAKA |
| 7. Sanriku Coast | TERUO IGARASHI |
| 8. Kashima Nada | JUN IWASAKI and KAZUYUKI KUSANO |
| 9. West Coast of Kii Peninsula | TERUBUMI TAKEUCHI |
| 10. Japan Sea Coast of Yamaguchi Prefecture | |
| TAKEHIKO IKEDA, SUSUMU MATSUNO and RYUJI ENDO | |



I-1. 貝毒問題に関する研究と対策

小金澤昭光*・小谷祐一*

近年、わが国の沿岸漁業は、200海里問題とエネルギー問題を契機として、周辺漁場の再開発などの各種施策による振興が図られることによって安定した生産を示すようになった。昭和57年には海面養殖業を含めて生産量で301万吨、生産額で1兆2,255億円に達した。このうち貝類については生産量で68万吨、生産額で1,609億円となっており、沿岸漁業の中でそれぞれ22.6%、13.1%を占める重要な漁業となっている。

貝類漁業はこのような高い生産を示しつつも（図1・1）昭和50年代に入ってホタテガイなどの貝類で多発するようになった毒化現象と、毒化した貝を食べたことによって起こった中毒事件によって、極めて重大な問題に直面すること

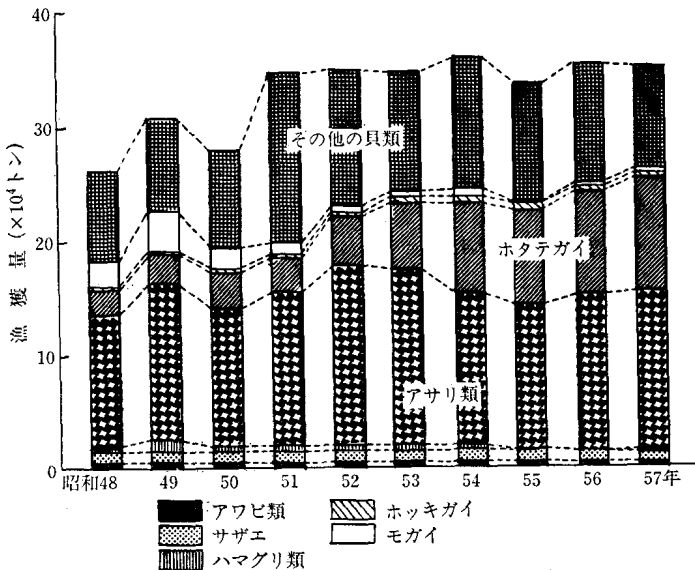


図1-1 海面漁業（養殖業を除く）による貝類の漁獲量の推移
(昭和57年漁業養殖業生産総計年報より)

* 東北区水産研究所

になった¹⁾。最近の調査結果によると、貝類の毒化現象は主として夏季に毒化することが古くから経験的に知られていたムラサキガイ、カキなどのほかに、ホタテガイ、アサリ、コタマガイ、ヒオウギガイなどにも認められるようになるとともに、従来、東北、北海道海域が中心であったものが西日本各地でも頻繁にみられるようになり、多様化・広域化してきている¹⁾。

このような貝類の毒化現象の多様化・広域化については、安全な貝類を供給するという食品衛生の面からも、貝類を計画的・効率的に生産し、出荷するという漁家経営の安定化の面からも、緊急かつ慎重に取り扱わなければならない。またこのことは、漁業生産を維持し、更に発展させるために避けて通ることのできない重大な問題である。

§ 1. 行政対策の経過と現状

貝類の毒化問題に対する行政上の対応は、昭和36年5月に岩手県大船渡市に発生したアカザラガイ中毒事件に始まる。この時には保健所が摂食禁止の指導を行った。以来、岩手県では毒化時期に行政指導によって出荷の自主規制が行われてきたが、貝類毒化ならびに中毒事件に対する行政対策が本格化したのは、昭和50年代に入ってからである。51年には宮城県産ムラサキガイの摂食による中毒が発生し、初めて脂溶性の貝毒、すなわち下痢性貝毒が検出された²⁾。また52年の夏には東北、関東一円でムラサキガイの摂食による中毒事件が多発、さらに53年には三陸産ボイルホタテガイの摂食による366人の中毒患者がでるに至った。このように中毒事件が広域かつ大量に発生したことにより、貝類の毒化現象が行政的にも研究上からも問題視されるようになったのである。特にホタテガイについては、天然採苗技術の安定にともなって養殖技術体系が確立し、養殖生産による周年出荷が可能となり、北海道、陸奥湾、三陸沿岸の重要な産業対象種として急速にその生産量が増加した時期であったために、食品としての安全性の確保、流通の円滑化ならびに生産技術の再構成が緊急の課題となったのである³⁾。水産庁はこの時、赤潮対策として実施されていた情報交換・予察調査事業の中に緊急に「特殊プランクトン予察調査研究班」を組織し、関係機関・業界の協力のもとに流通面における対策を図った。また厚生省および学識経験者と協議した上で、ホタテガイの食品としての安全性の確保と流通

の円滑化を図るために昭和53年7月21日に「ホタテガイ等の貝毒について」の長官通達を出し、貝類の毒化に対する監視点検体制を強化すること、および毒量の暫定的指導値を超える場合には出荷の自主規制を行うことを指導した。このなかで水産庁は、まひ性貝毒の検査を「食品衛生検査指針Ⅱ」（昭和53年3月 社団法人日本食品衛生協会編）に、下痢性貝毒の検査を「貝を原因とする食中毒について」（昭和53年7月21日付け厚生省環境衛生局乳肉衛生課事務連絡）に従うこととし、暫定的指導値として、ホタテガイの可食部1g当たりの毒量をそれぞれ、4MU, 0.05MU と設定した。さらに同年8月18日には「ホタテガイの流通の円滑化について」の漁政部長通達を出し、ホタテガイの出荷再開について、海域の区分、条件などを具体的に定めた。その後、厚生省でも環境衛生局長による「麻痺性貝毒等により毒化した貝類の取り扱いについて」などの通知を出し、食品衛生法第4条に基づいて毒化した貝類の販売などを禁止する措置をとった。その他、表1・1に示す種々の行政措置がとられ、各県水

表 1・1 貝類の毒化に対する行政措置

水産庁			
昭和53年7月21日付	水研 第963号	長官通達	ホタテガイ等の貝毒について
8月18日付	53-4573	漁政部長通達	ホタテガイの流通の円滑化について
昭和54年5月12日付	水研 第519号	長官通達	ホタテガイ等の貝毒について
5月12日付	水研 第519号	次長通達	ホタテガイの生産及び流通について
昭和57年3月29日付	水研 第132号	次長通達	ホタテガイの生産及び流通について
		(上記通達改正)	
厚生省			
昭和53年3月	厚生省環境衛生局監修、	社団法人 日本食品衛生協会発行	
		食品衛生検査指針Ⅱ P S P検査法	
5月20日、7月21日付		環境衛生局乳肉衛生課事務連絡	
		貝を原因とする食中毒について、脂溶性貝毒の検査法	
7月21日付	環乳 第37号	環境衛生局乳肉衛生課長通知	
		貝類による食中毒の防止について	
昭和54年5月12日付	環乳 第19号	環境衛生局乳肉衛生課長通知	
		貝類による食中毒の防止について	
昭和55年7月1日付	環乳 第29号	環境衛生局長通知	
		麻痺性貝毒等により毒化した貝類の取扱について	
7月1日付	環乳 第30号	環境衛生局乳肉衛生課長通知	
		貝毒の検査法等について	
昭和56年5月19日付	環乳 第36号	環境衛生局長通知	
		いわゆる脂溶性貝毒の呼称について	
5月19日付	環乳 第37号	環境衛生局乳肉衛生課長通知	
		下痢性貝毒の検査について	
8月11日付	環乳 第62号	環境衛生局乳肉衛生課長通知	
		毒化した貝類の流通防止について	

産部局ならびに衛生部局の協力のもとに毒化の監視および出荷体制の整備が図られ今日に至っている。その一例として、青森県は特殊プランクトン予察調査研究班の構成員として、図1・2に示すような貝毒に関する調査研究体制と監視

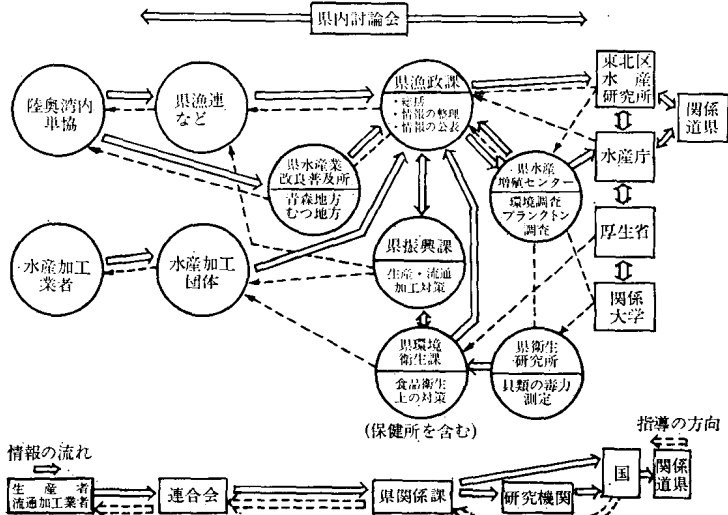


図 1・2 青森県特殊プランクトン関連情報の連絡体制
(昭和58年度赤潮情報交換事業，青森県報告資料より一部改変)

体制をしいている。これによると、青森県水産増殖センターと衛生研究所が協力して夏期を中心に定期的な貝の毒性検査と赤潮や貝毒原因プランクトン発生の情報収集を行い、これらの検査結果や情報を水産庁研究部に連絡する。そして毒量が安全基準を超えて危険な場合には、水産庁と厚生省が県の漁政課、振興課および環境衛生課を通して、漁業者、加工業者に対する出荷規制などの指導を行っている。このように、現在では各地方自治体が責任をもって貝類の毒化状況を監視し、毒化がみられた時には速やかに出荷規制を行うことによって、食品としての安全性を確保するための生産と流通の体制が確立している。

§ 2. 調査研究の経過と現状

岩手県では、昭和36年のアカザラガイ中毒事件を契機として、国立予防衛生研究所の河端博士の指導のもとに衛生研究所、水産試験場、大船渡保健所による研究班が昭和38年に組織された⁵⁾。また昭和37年に起こった京都府宮津湾で

のカキによる食中毒事件や神奈川県相模湖で起こった水の華による魚類へい死事件などの原因を究明するために、昭和38年から3年間、東京大学の故橋本芳郎教授を研究代表者として、文部省総合研究による「有毒プランクトンに関する研究」グループが組織された。その後、昭和49年から4年間、香川大学の岡市教授を研究代表者として、同様のテーマで総合研究が行われた。これらの研究班によって、わが国における貝毒に関する体系だった調査研究が始まった。

前述したように水産庁は昭和53年度から、赤潮情報交換・予察調査事業の中に「特殊プランクトン予察調査研究班」を組織し、貝類の毒化状況を把握するとともに、その原因究明のための調査研究を開始した。この赤潮情報交換事業および赤潮予察調査事業は、それぞれ昭和48年度、昭和51年度から、赤潮防止対策事業の細目として行われてきた。これらの事業は、当初瀬戸内海のみが対象海域となっていたが、昭和53年度から新たに九州西部が加えられるとともに、その当時貝毒の発生が頻繁であった海域が「特殊プランクトン発生海域」として加えられて実施された。さらに、昭和55年度からは内水面が加えられて現在に至っている。そしてこれらの事業は昭和60年度から新たにそれぞれ赤潮情報伝達事業、赤潮調査事業として引き継がれることになっている。このほかに水産庁は、過去において偶発的に発生していた貝類の毒化事例を考慮して、全国的な貝類毒化状況を点検把握するため、昭和55年度から3ヶ年計画で「重要貝類毒化点検調査」を実施した。

水産庁が中心となって進めたこれらの調査研究によって、以下の知見が得られた。昭和55年には東北大学の安元教授らによって、下痢性貝毒の原因プランクトンが *Dinophysis fortii* であると同定された⁶⁾。*D. fortii* は、外洋性のプランクトンであり、東北、北海道海域では津軽暖流の流況によってその分布域や発生量が支配されると推定されている。また図1・3に示すように、昭和53年には三陸沿岸に限られていた下痢性貝毒の毒化海域が、昭和56年には西日本各地から北海道まで拡大するとともに、毒化貝の種類数も増加していることが判明した²⁾。まひ性貝毒の原因プランクトンである *Protogonyaulax catenella* および *P. tamarensis* は内湾性のプランクトンであり、シストを形成することが知られていたが、さらにこの間の調査研究では、日本の沿岸各地の底泥中におけるシストの分布状況が確認された⁷⁾。また下痢性貝毒と同様にまひ性貝毒

においても毒化海域の広域化，毒化貝の多様化が認められた²⁾。

これらの調査研究によって得られた成果をふまえ，昭和58年度からは5ヶ年計画で「重要貝類毒化対策事業」が組み立てられた。この事業では，毒化する

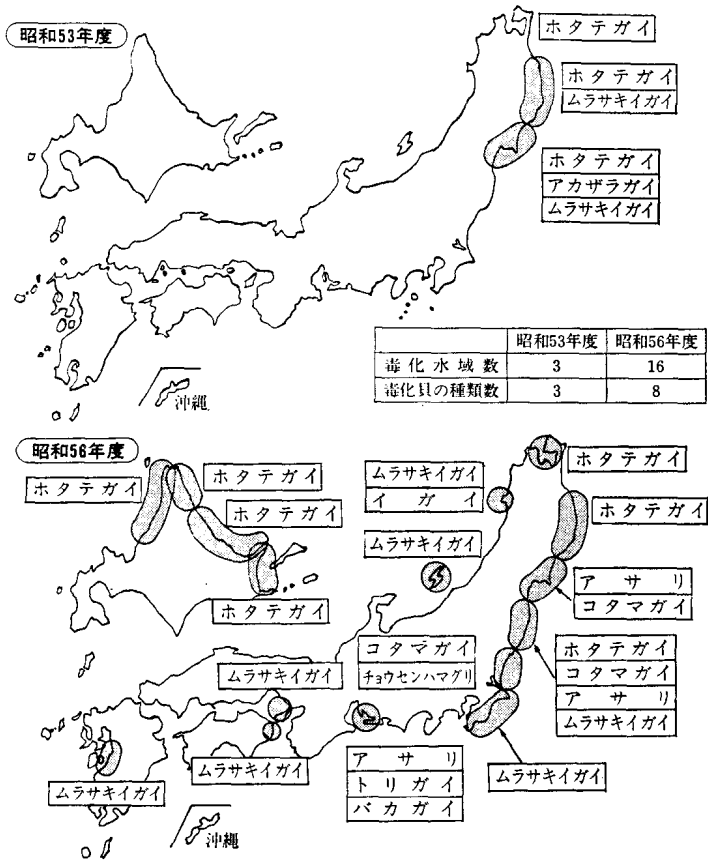


図 1-3 全国貝類毒化状況（下掲性）²⁾

貝の種類が多様化と貝毒発生海域の広域化が進んでいることを考慮して，1) 定期的に毒化モニタリングを実施することにより毒化した貝類の分布状況，毒化状況を的確に把握すること，2) 原因プランクトンの出現と環境条件の関係，毒化現象の発生過程などを明らかにすることにより毒化予知手法を確立すること，3) 毒成分の化学的性状を解明することなどにより毒力の簡易定量法の確立に寄与すること，を目的としている。このため，次に示す四つの大きな柱に

したがって調査研究が進められている（図1・4）。

1) 「毒化モニタリング」による貝毒監視体制の確立

漁業，増養殖業上重要な貝類および過去に毒化現象がみられた貝類の毒量検

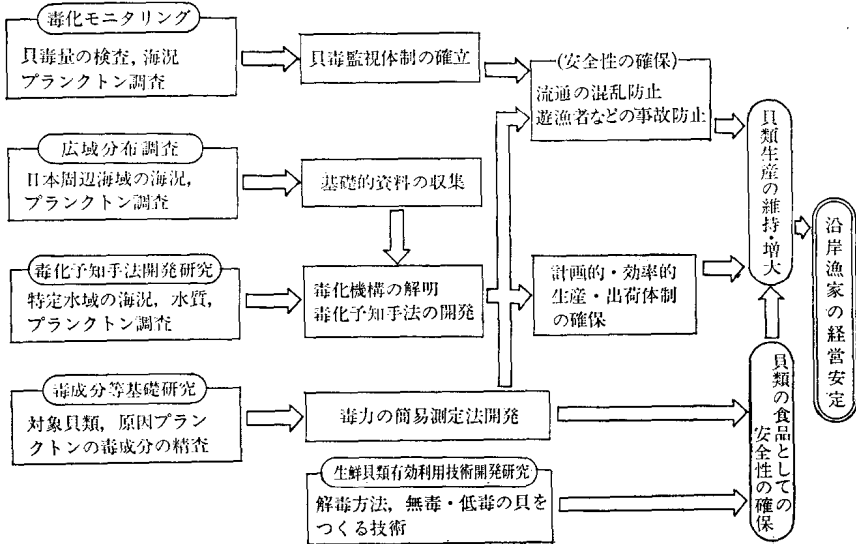


図 1・4 重要貝類毒化対策事業フローチャート

査を行うこと，ならびに貝類の毒化現象が発生する恐れのある期間を中心に，その生息域周辺における海況，貝毒原因プランクトンの発生量などを調査することによって，毒化した貝類の分布状況および毒化の状況を明らかにする。

2) 「広域分布調査」による貝毒原因プランクトンの分布と海況の調査

わが国周辺海域の水塊構造等の特徴を考慮して，計画的に沖出し定線を設定し，都道府県の試験調査船などによって組織的なプランクトン分布調査ならびに海況調査を実施する。これらの結果にもとづいて，貝毒原因プランクトンの海域別発生量，移流経路，季節的变化などを把握し，毒化予知手法の開発に必要な基礎資料を収集する。

3) 「毒化予知手法開発研究」による毒化機構の解明，毒化予知手法の開発

特定の海域において，海況，水質，プランクトン分布などを調査することによって，貝毒原因プランクトンの出現期，増殖期，消滅期における環境条件を把握するとともに，貝毒原因プランクトンに先行して出現するプランクトンを

明らかにする。また貝による貝毒原因プランクトンの取り込みおよび排泄機構を究明することもあわせて実施する。

以上の三つの調査研究は、都道府県の試験研究機関、行政機関と水産庁の連携のもとに行われている。

- 4) 「毒成分等基礎研究」による毒成分の精査や毒力の簡易測定法の開発
対象貝類および貝毒原因プランクトンの毒成分を精査し、種々の毒化レベルにおける毒成分組成の変化および季節的または地域的特徴などを調べる。
これらの理化学的手法を用いた研究課題は、大学に委託されている。

§ 3. まひ性貝毒の広域化問題

まひ性貝毒の原因となる *Protogonyaulax* 属のプランクトンは、昭和54年に北海道噴火湾で大規模に発生して以来、前述の諸事業により東北地方の太平洋岸から西日本各地にも広く分布することが明らかになった。しかし青森県陸奥湾のように麻痺性貝毒の発生事例をみない海域もある。この陸奥湾では昭和58年にホタテガイの養殖用種苗が不足した際に、業界の一部に噴火湾から種苗を移入しようという動きがあった。しかしこの移入に関して論議した結果、稚貝に付着した *Protogonyaulax* のシストによって陸奥湾にまひ性貝毒を持ち込む恐れがあること、またそのことにより生産と流通の体系に混乱を起こす恐れがあることなどの理由により、種苗の移入が中止された経緯がある。このようにまひ性貝毒の広域化が具体的に問題化するに至って、特に広域化を防止するための研究のあり方が問われたため、青森県は水産庁の委託を受けて「貝毒広域化問題検討会」を設置しこのことについて検討を行った。その結果図 1・5 に示すように、毒化現象の未発生海域にシストを持ち込まないことが重要であるという立場から研究のフローチャートが組み立てられた。またこの研究の推進に際しては、浮遊生物学、海洋学、化学、生理学など貝毒の広域化問題が対応する分野は広くかつ総合的であるため、学際的な研究プロジェクトの実現が望まれること、さらに研究の各段階に応じて細かな行政対応が必要であることが指摘された。

§ 4. 海外の情勢

国際的にみた貝類の毒化現象は、北アメリカの寒冷域から温帯域が主であっ