

平成8年度 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業 (貝毒成分モニタリング)

三津谷 正・今井美代子・松原 久・濱田勝雄船長ほか試験船「なつどまり」乗組員

青森県における貝毒成分モニタリングは、本県沿岸域のホタテガイ等二枚貝の毒化実態と毒化原因プランクトンの出現動向などを詳細に把握することにより、二枚貝の水産食品としての安全性確保に役立てることを目的として、平成7年度から実施している調査である。

ここでは、本調査による1996年1月～12月の暦年の結果をとりまとめて報告する。

調査方法

青森県沿岸域における貝毒成分モニタリングの海域区分と調査定点を図1に、1996年の調査回数や調査内容を表1に示す。

ホタテガイの毒化については、青森県沿岸域を日本海、津軽海峡西部及び東部、陸奥湾、太平洋に区分し、各海域に1～2地点の定点を設けてホタテガイ定点調査として行った。

海域区分のうち陸奥湾においては、西湾、東湾の2定点を設け、周年にわたる定期的な養殖貝、地まき貝の貝毒検査のほか、環境調査並びにプランクトン調査を行った。また、陸奥湾全湾調査として周年、毎月1回、湾内6地点において環境調査並びにプランクトン調査も行った。このほかの海域については、ホタテガイの生産が見込まれる時期を中心に貝毒検査のみを行った。津軽海峡西部では養殖貝、同東部では地まき貝を対象とした。

ホタテガイ以外の二枚貝の毒化については、青森県沿岸域を暖流系海域と寒流系海域に二分し、二枚貝の種類についても付着性、潜砂性に分けてそれぞれ指標種を定め、周年あるいは生産が見込まれる時期を中心に定期的な貝毒検査を行った。指標種は付着性二枚貝としてムラサキイガイ、潜砂性二枚貝としてウバガイなどとした。

貝毒検査は、青森県環境保健センターあるいは財団法人日本冷凍食品検査協会に依頼してマウス試験法(公定法)により行った。なお、陸奥湾東湾定点の養殖ホタテガイの下痢性貝毒については、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)による貝毒成分の機器分析も行った。機器分析に当たっては水産庁東北区水産研究所増殖漁場研究室の指導と協力を得て、現時点で常法とされる分析法を用いた。

環境調査とプランクトン調査は、例えば陸奥湾海域のホタテガイ定点調査の場合には貝毒検査の試料採取と同時に同地点において採水して水温、塩分等を測定し、採水プランクトンとして*Alexandrium*属、*Dinophysis*属などの渦鞭毛藻の出現数について検鏡、計数した。また一部調査期間については栄養塩の測定も行った。その測定にはTRAACS-800システム(ブラン・ルーベ社製)による自動分析法を用いた。このほかの調査方法は過去の同様調査と全く同じ方法を用いた。よって詳しくは「平成6年度赤潮貝毒監視事業報告書(赤潮・貝毒調査)」(1995年、青森県)等を参照されたい。

結果及び考察

1 調査結果

1996年1月～12月における調査結果については、次のように整理して章末の付表1、付表2-1～2-3に示した。

付表1 青森県沿岸域の貝毒調査結果(マウス試験及び貝毒成分HPLC分析結果)

付表2-1 陸奥湾海域 西湾定点の気象海象観測結果、水質調査結果及びプランクトン調査結果

付表2-2 陸奥湾海域 東湾定点の気象海象観測結果、水質調査結果及びプランクトン調査結果

付表2-3 陸奥湾海域 全湾調査の気象海象観測結果及びプランクトン調査結果



図1 1996年の青森県沿岸域における貝毒成分モニタリングの調査海域区分と調査定点

表1 1996年の青森県沿岸域における貝毒成分モニタリングの調査概要

調査区分	調査海域	定点数	貝毒検査(回数)			環境調査 (回数)	プランクトン調査 (回数)
			調査対象種	マウス 試験	HPLC 分析		
ホタテガイ 定点調査	陸奥湾	2	養殖ホタテガイ	26	26	26 (5~6層)	26 (5~6層)
		2	地まきホタテガイ	28			
	津軽海峡西部	1	養殖ホタテガイ(生産なく調査非実施)				
	津軽海峡東部	1	地まきホタテガイ				
二枚貝 定点調査	暖流系海域 (付着性) (潜砂性)	1	ムラサキガイ	17			
		1	バカガイ(生産なく調査非実施)				
	寒流系海域 (付着性) (潜砂性)	1	ムラサキガイ	18			
		1	ウバガイ				
陸奥湾 全湾調査	陸奥湾	6				9 (5~6層)	9 (5~6層)

マウス試験：陸奥湾の養殖ホタテガイのマウス試験回数については下痢性貝毒の回数であり、まひ性貝毒の試験回数は12回、また地まきホタテガイについては下痢性貝毒のみの試験回数である。暖流系海域のムラサキガイについては下痢性貝毒のみの回数である。このほかの対象種の試験回数は下痢性とまひ性貝毒の両方の回数である。

HPLC分析：陸奥湾東湾定点の養殖ホタテガイについて下痢性貝毒成分のうち0A、DTX1を対象に分析した。

2 1996年の青森県沿岸域におけるホタテガイ等の毒化について

2-1 陸奥湾における水温、塩分の推移並びに原因プランクトンの出現動向とホタテガイの毒化状況

1996年の陸奥湾においては、まひ性貝毒（PSP）については過去同様に原因プランクトンの出現が全く認められず、またホタテガイの Maus 試験による毒力も検出されずに推移し毒化が確認されなかった。一方、下痢性貝毒（DSP）については原因プランクトンが比較的濃密に出現し、ホタテガイも毒化した。よって以下には主としてDSPによる毒化に関することについて記述する。

(1) 水温、塩分の推移

陸奥湾内2定点の環境調査結果から、1996年における東湾定点の水温と塩分の推移を図2に示す。同図には陸奥湾におけるDSPの主たる原因プランクトンである *Dinophysis fortii* の出現密度の推移と養殖ホタテガイ中腸腺の Maus 試験によるDSP毒力の推移をも合わせて示している。

東湾定点（野辺地沖、水深35m）の水温と塩分は、それぞれ表面（0m）で4.4（2月）～22.5℃（8月）、32.12（7月）～33.94（12月）、中層（20m）で4.4（3月）～20.3℃（9月）、32.43（7月）～33.93（12月）、底層（海底上2m）で4.5（3月）～20.0℃（9月）、33.22（6月）～33.95（9月）の範囲で推移した。

西湾定点（野内沖、水深32m）の水温と塩分は、それぞれ表面で5.3（2月）～22.3℃（8月）、23.59（6月）～33.95（12月）、中層で5.4（2月）～22.2℃（8月）、32.91（9月）～33.94（12月）、底層で5.3（2月）～21.3℃（8月）、33.31（6月）～34.18（9月）の範囲で推移した。

陸奥湾全湾調査の結果から4～12月までの水温、塩分の推移を平年に比べると（平年値は漁況海況予報事業浅海定線調査による'72～'95年の過去観測平均、1996年1月～3月は欠測）、水温は4月には平年並みないしは海域によっては平年より最大で1.5℃位下回り、上層ほど平年より低めの傾向が目立った。5月には一部海域の底層で平年並みとなったほかは依然として1～2℃低く、この平年より低めの傾向は海域あるいは層により多少の差異はあるものの全般に9月まで続いた。この間8月には湾全体の中層以浅で平年より2℃以上低く、9月には一部海域の底層で平年より3℃ほども低めとなるなど、夏場の低温傾向が目立った。10月には東湾側北部寄りの海域の底層でひきつづき平年より1℃下回ったものの、このほかの海域、層では平年並みに回復した。11月には一転して各海域、各層ともに平年より1.5～2℃高めとなった。12月は湾口部寄りから西湾側の海域で平年より最大1℃位高めの傾向が続いたが、東湾側では概ね平年並みの水温となった。

塩分は、4月には東湾側南部の表層（5m）で平年並み、このほかの海域、層では概ね0.1～0.4の範囲で平年より高く、高塩傾向が目立った。5月には各海域とも中層では平年並みとなったが、表層と底層では平年差が+0.2～-0.2の範囲で海域により高低差がみられた。このような塩分の海域あるいは層による平年差の差異は夏場に一層顕著になり9月まで続いた。6月には、湾中央部から湾口部寄りの海域の底層に33.9～34.2の高塩水の分布がみられ、この地点では平年より0.1～0.3高く、このほかの海域、層では平年並みないしは平年より最大0.2位低めとなった。7月には湾口部寄りと西湾側の中層以深に33.8～34.2の高塩水の分布がみられ、この地点では平年より0.2以上高めとなった。一方、このほかの海域、層では東湾側北部の中層で平年より0.7も下回るなど平年より著しく低めとなり、湾内分布の水平差、鉛直差が最大1以上となった。8月には湾中央部以西の海域では底層のほか中層以浅でも平年より0.1～0.5高めとなり、東湾側では北部を中心に平年より低めの傾向がつづき、海域による平年との差異が際立った。9月には東湾側の一部海域の表層あるいは中層以浅で依然として平年より0.1以上低めの地点もあったが、このほかの海域、層では概ね0.1～0.4の範囲で平年より高めとなった。10月には概ね平年より0.2～0.4上回り、湾全体に平年より高めとなった。これ以降、平年より高めの傾向がしだいに強まり、11月には湾全体に平年より0.2～0.4高めに、12月には同じく平年より0.3～0.4高めに推移した。

以上のように、全湾調査の結果からみた1996年における水温と塩分の推移の特徴としては、盛夏期を中心に平年にくらべて低温傾向が目立ったことと、同時期の塩分の平年差の変動が著しかったこと、すなわ

ち塩分の湾内における水平的、鉛直的な分布変動が大きくかつ急激であったことがあげられる。

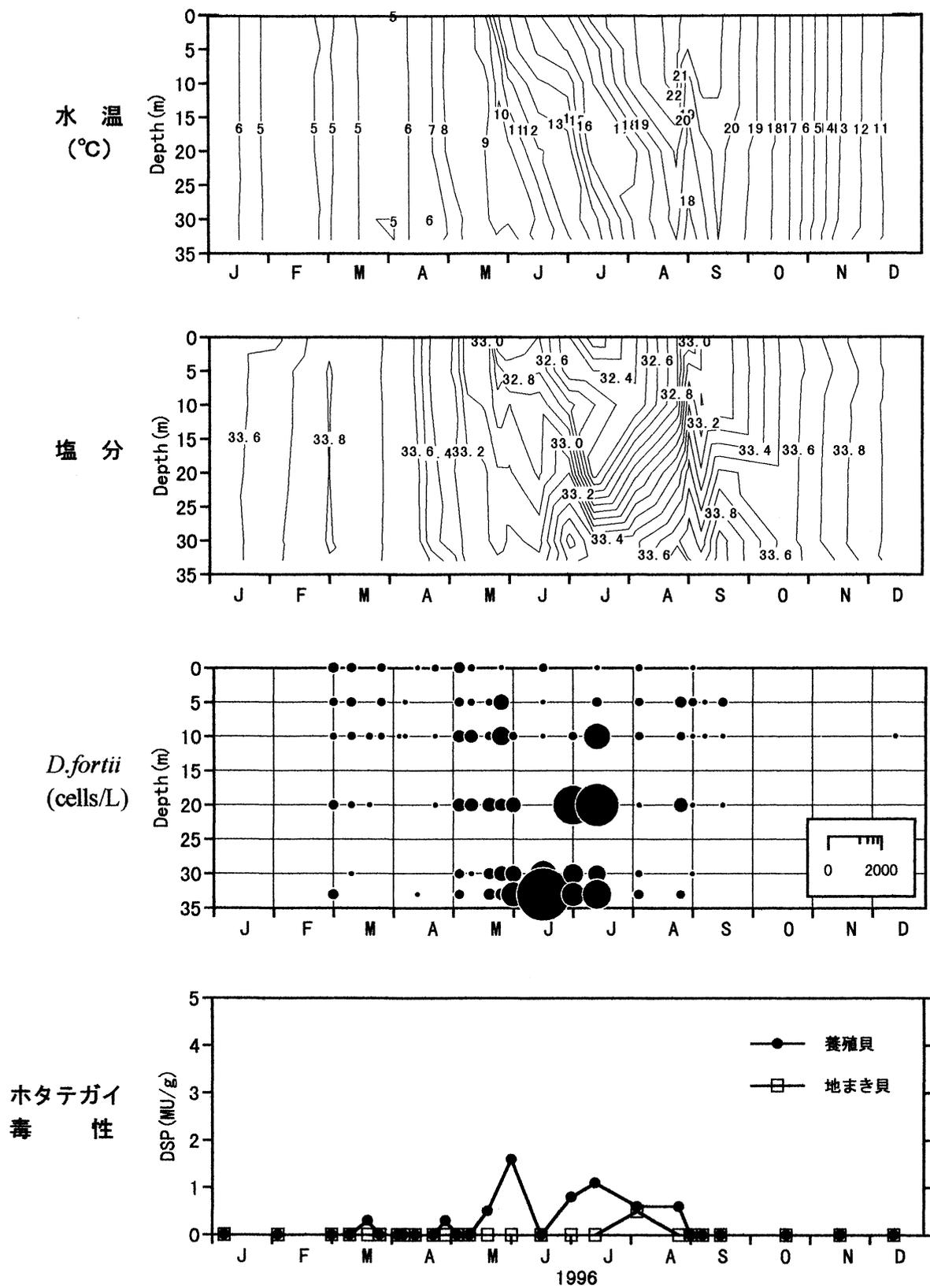


図2 1996年の東湾定点における水温、塩分などの推移

上段から順に水温、塩分の推移、主たるDSP原因プランクトンである*D. fortii*出現密度の推移並びにホタテガイのマウス試験によるDSP毒力(養殖貝と地まき貝、いずれも中腸腺)の推移を示す。

(2) DSP原因プランクトンの出現動向

原因プランクトンの出現種と優占種

陸奥湾東湾定点の採水プランクトン調査結果から、1996年における下痢性貝毒の原因種を含む渦鞭毛藻 *Dinophysis* 属各種の出現状況を図3に示す。1996年の東湾定点においては、調査対象とした *Dinophysis* 属9種のうち、*D.fortii*、*D.acuminata*、*D.mitra*、*D.caudata*、*D.infundibulus*、*D.rotundata*、*D.rudgei*、*D.norvegica*の8種が出現し、*D.tripos*の出現は全く確認されなかった。出現した8種のうち、これまでに陸奥湾においてDSP毒性が確認されている種は *D.fortii*、*D.mitra*、*D.rotundata*の3種である。また、*D.acuminata*については毒性が確認されていないものの、毒化初期の原因容疑種とされてきている。

1996年の陸奥湾東湾定点においては、1～2月には *D.acuminata*と *D.caudata*の2種がそれぞれ5 cells/L出現した。陸奥湾におけるホタテガイ等二枚貝の毒化初期である春期には *D.fortii*と *D.acuminata*の2種が優占して出現するが、1996年においては3月初め頃に *D.fortii*が最高25 cells/L出現し、その後から4月末にかけては *D.fortii*が減少し、代わって *D.acuminata*が150 cells/L以下の範囲で増加しながら優占して出現した。このほか4月には *D.infundibulus*が最高20 cells/L出現した。5月にはいると、また *D.fortii*と *D.acuminata*の両種が優占的に出現し、このうち *D.fortii*は月内に115 cells/Lまで増加し、*D.acuminata*は5月末に特異的に本年最高の825 cells/L（5月27日、0 m層）出現した。また5月中旬には一時期、*D.rudgei*が5 cells/L出現した。

ひきつづく毒化盛期である6月から7月にかけては、*D.fortii*の出現密度が急増して優占種となり、6月中旬には本年最高の2035 cells/L（6月17日、海底上2 m層）出現した。同種の濃密な出現は7月半ばまで続いた。同時期に *D.acuminata*の出現密度は最高でも50 cells/Lまで減少するとともに出現層も少なくなり、このほかの種としては *D.rotundata*と *D.norvegica*の2種がそれぞれ最高で5 cells/L出現した。

毒化後期である8月に入ると、*D.fortii*は急減し、*D.acuminata*は横這い気味に、代わって *D.infundibulus*が最高で60 cells/L出現した。8月後半からは *D.mitra*と *D.rotundata*が出現しはじめ、これら2種は9月にかけて増加し、それぞれ最高で135 cells/L、30 cells/L出現し、この時期には *D.mitra*が優占種となった。9月には8月後半にひきつづき *D.fortii*、*D.acuminata*、*D.mitra*、*D.rotundata*の4種が出現したが、出現密度はいずれも減少しつづけ、中旬にはそれぞれ20 cells/L以下の出現密度となった。

10月～11月には *Dinophysis* 属の出現が全く確認されなかったが、12月には *D.fortii*と *D.acuminata*がそれぞれ5 cells/L出現した。

なお、西湾定点における出現種は *D.fortii*、*D.acuminata*、*D.mitra*、*D.caudata*、*D.infundibulus*、*D.rotundata*、*D.rudgei*の7種であり、*D.norvegica*と *D.tripos*の出現は確認されなかった。このうち、主たる原因プランクトンである *D.fortii*の出現傾向は東湾とはかなり異なる様子がみられた。西湾における同種の出現は2月から確認され、毒化初期の出現密度が最高45 cells/Lと東湾より多く、急増し濃密に出現した時期が5月と東湾より早いこと、また、その最高出現密度が400 cells/Lにとどまり東湾の1/5以下であった。また、*D.acuminata*についても、その最高出現密度が50 cells/Lにとどまり、東湾でみられたような特異的に高い出現密度で出現するような推移はみられなかった。逆に、毒化後期の *D.infundibulus*は、その出現密度が最高345 cells/Lに達し東湾より大幅に上まわった。このほかの種については出現時期の傾向は概ね東湾と同様であったが、いずれも出現密度は東湾を下まわった。

以上のように、1996年の陸奥湾におけるDSP原因プランクトンの出現種と優占種は概ね過去同様であった。

優占種である *D.fortii* の出現動向

陸奥湾内2定点の採水プランクトン調査結果から、1996年における *D.fortii* の出現密度の推移を図4に

示す。湾内定点においては、*D. fortii*の出現は1月には東西両定点ともに全く確認されなかったが、2月には西湾定点で5 cells/Lの出現がみられた。3月中に東湾定点で最高25cells/L、西湾定点で同じく45 cells/L まで増加したのち5月にかけては両湾とも減少ないしは横這い傾向が続いた。その後、西湾定点では5月半ばに急増して月内に本年最高の400cells/Lに達し、これ以降は7月初めに310cells/L出現した時を除き全般に減少傾向が続いた。一方の東湾定点では、西湾定点より遅れて5月末から急増し、6月下旬に本年最高の2035cells/L に達した。7月中は最高出現密度が900~1000cells/L位の範囲で濃密な出現傾向が続いた。8月上旬には西湾定点で40cells/L、東湾定点で15cells/Lまで減少し、9月には西湾定点で最高でも20cells/L以下、東湾定点で同じく30cells/L以下となった。10月と11月には両定点ともに出現が確認されなかったが、12月には5~10cells/Lの範囲で両定点ともにまた出現した。

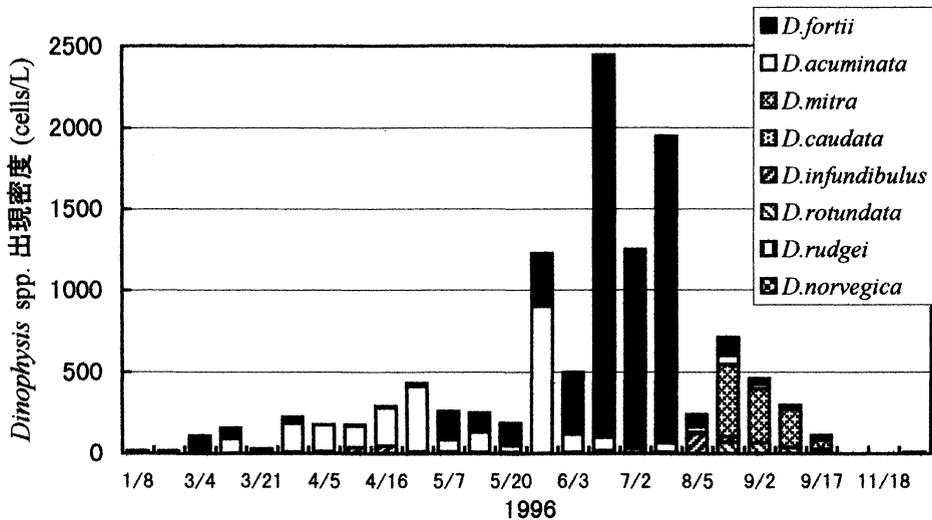


図3 1996年の陸奥湾東湾定点における*Dinophysis*属プランクトンの出現状況

調査時毎に出現種別の0 m、5 m、10 m、20 m、30 m、33 m層の出現密度の総和を積み重ねの棒グラフで表し、その年間の推移を示す。

次に同じ調査結果から、東湾定点の1996年における*D. fortii*の鉛直分布の推移を前出の図1とは別の形で図5に示す。*D. fortii*は、冬季から春季にかけては比較的上層に分布するが、時期が進むにつれて出現水深を深める傾向がみられた。その後の出現密度が急増し濃密な分布傾向が続く5月から7月までの時期には20m層以深により濃密に分布した。そして出現密度が減少する8月以降にはまたしだいに上層に分布する傾向が認められた。

陸奥湾は秋から冬そして春にかけては海面からの冷却を受ける鉛直混合期に当たり、水温、塩分の分布が水平的には西高東低となるが、鉛直的には海域毎に海面から海底まで均一になる。他方、特に初夏から盛夏にかけての加熱期には、水温の鉛直勾配が大きくなり強い成層構造が形成されて海水混合が停滞する。*D. fortii*の鉛直分布の推移は、この海洋構造の季節変化に対応したものであるようにみられる。すなわち、*D. fortii*の濃密分布層の形成は、同種の単に海洋構造に起因する物理的な要因による集積、拡散のみならず、海洋構造の季節変化の過程で*D. fortii*の増殖に好適な条件が主として中層以深の下層において満たされることによるものと推測される。このことはまた、同種の生活史における栄養属性をも示唆しているように思われる。

次いで、陸奥湾全湾調査の採水プランクトン調査結果から、1996年4月~12月における*D. fortii*の湾内水平分布の推移を図6に示す。*D. fortii*の出現分布は4月には10~20cells/Lの範囲で東湾側だけにみられた。5月には10~90cells/Lの範囲で湾全域に広がり、湾全域に分布する傾向は9月まで続いた。6月の最高出現密度は西湾側で740~990cells/L、東湾側で160~580cells/Lの範囲にあり、西湾側により濃密な

分布域がみられた。7月には全体に出現密度が前月より減少したが、東湾定点が位置する東湾奥部では690cells/Lと引きつづき比較的濃密に分布した。8月には特異的に湾中央部の底層に1480cells/Lの濃密な分布域がみられたが、全体としては前月より出現密度が減少した。9月にはさらに出現密度が減少し、全域で10~20cells/Lの範囲となった。10月以降は最高でも10~20cells/Lの範囲の出現密度で一部の海域のみに分布したが、必ずしも特定の海域に偏って出現する傾向は認められなかった。

図7は、湾内2定点の調査結果から、1980年以降における*D. fortii*出現密度と養殖ホタテガイ中腸腺のDSPマウス毒力の推移を示したものである。同図に用いたデータの詳細については章末の附表3-1と3-2に示す。同図から*D. fortii*の年間最高出現密度の推移をみると、1980年から1982年にかけて著しく

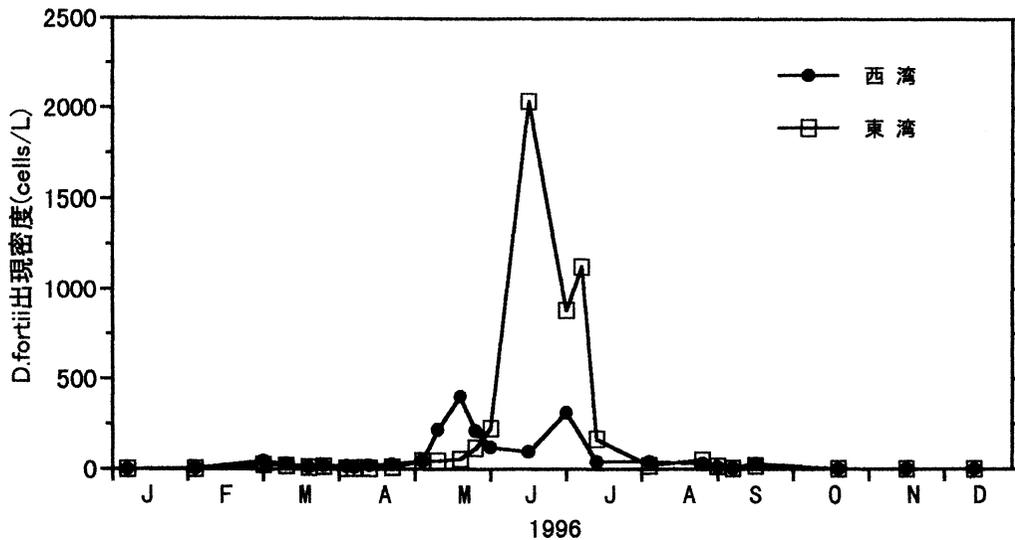


図4 1996年の陸奥湾2定点における*D. fortii*出現密度の推移

湾内2定点における調査時毎の*D. fortii*最高出現密度(0m、5m、10m、20m、30m、33m層のうち最も多く出現した層の出現密度)を抜き出し、その年間の推移を示す。

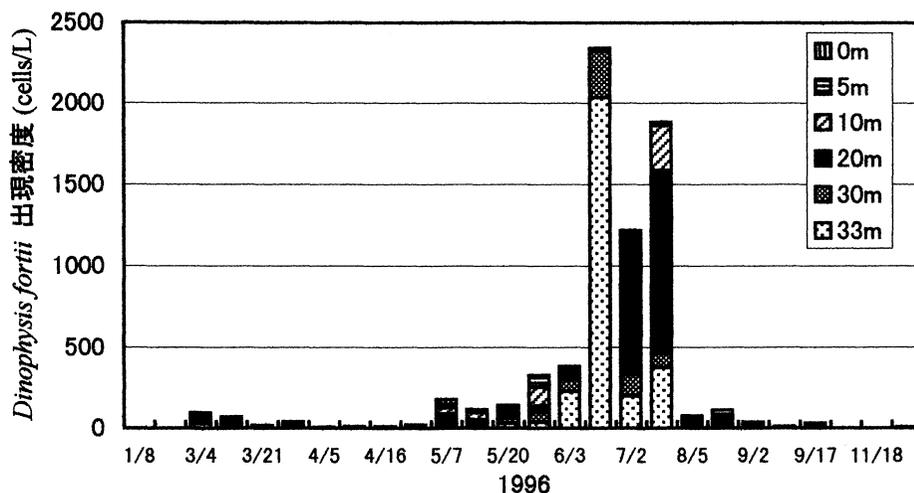


図5 1996年の陸奥湾東湾定点における*D. fortii*の鉛直分布の推移

調査時毎に*D. fortii*の0m、5m、10m、20m、30m、33m層における出現密度を積み重ねの棒グラフで表し、その年間の推移を示す。

増加し、1982年には西湾で5610cells/L、東湾で7425cells/Lと過去最高の出現密度となっている。1983年から1985年にかけては年々減少気味に推移し比較的低水準な出現密度で推移したが、翌1986年にはまた増加し、特に東湾では過去第2位の4685cells/Lの密度となっている。1987年には減少したが1989年ない

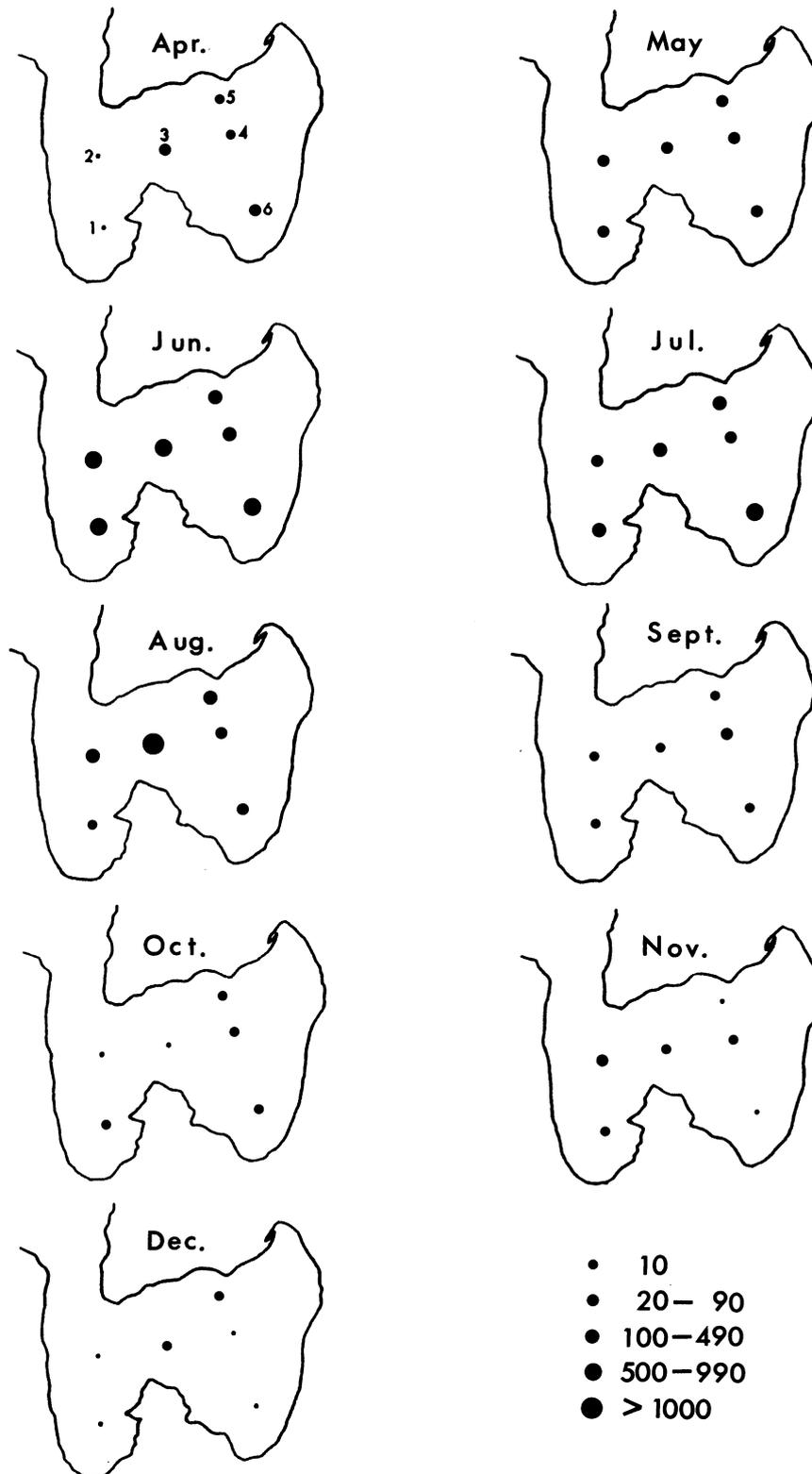


図6 1996年の陸奥湾における*D. fortii*の水平分布の推移

毎月1回の陸奥湾全湾調査結果から、湾内6地点それぞれ5～6層のうち最も多く出現した層の出現密度を抜き出し、月毎の湾内水平分布として示す。なお、1～3月については調査船運航都合等により欠測したため不明。

しは1990年にかけては比較的高い水準で推移し、この期間は両湾の出現密度の差異が目立つ。その後、1994年にかけては両定点ともに最高でも800cells/Lを越えない低水準な出現傾向が続いた。しかし、1995年には1000cells/Lを上回り、1996年も東湾では2000cells/L以上の出現密度となっている。過去の変化傾向からみると、近年は高密度出現期に移行してきているようにみられる。

以上のように、陸奥湾定点調査結果並びに全湾調査結果からは、陸奥湾の主たるDSP原因プランクトンである*D.fortii*の出現時期並びに出現密度が、年次によって東湾と西湾とでかなり異なる場合があることが明らかである。このことから*D.fortii*の出現分布の時空間変動が著しいことが推測される。また、このことが、東西両湾におけるDSPによるホタテガイ毒化の季節変化あるいは経年変化の差異をもたらしている要因の一つであろうと推測される。

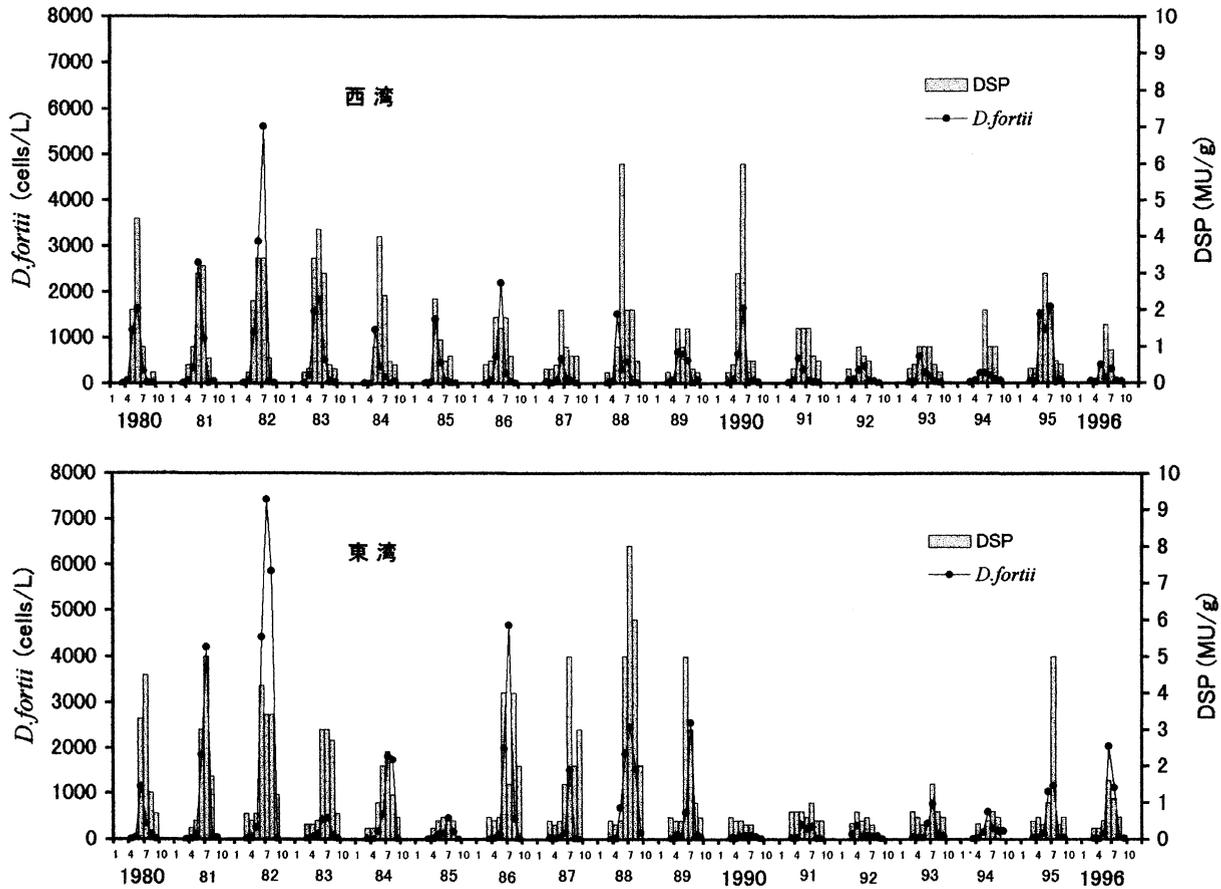


図7 1980年以降の陸奥湾2定点における*D.fortii*出現密度と養殖ホタテガイのDSP毒力の推移

湾内2定点の調査結果から、定点毎に月間の*D.fortii*最高出現密度と養殖ホタテガイ中腸腺の Maus 試験によるDSP最高毒力を抜き出し、その季節変化と経年変化として示す。上段が西湾定点、下段が東湾定点である。なお、1～2月及び10～12月の期間については出現密度、毒力ともに値が入っていない。

(3) ホタテガイの毒化状況

マウス試験によるDSP毒力の推移

1996年の湾内2定点の貝毒調査結果から、陸奥湾におけるホタテガイの毒化状況を図8に示す。同図は、養殖ホタテガイ（以下、養殖貝という）と地まきホタテガイ（以下、地まき貝という）の毒化について、マウス試験による中腸腺のDSP毒力（以下、単に毒力という）の推移を示したものである。

1996年においては、3月21日調査時の東湾定点の養殖貝に0.3～0.4MU/g（中腸腺、以下同じ）の毒力が検出されて毒化が確認された。養殖貝については、その後4月30日にも同じく東湾定点で0.3～0.4MU/g

の毒力が検出されたが、この時以外は5月13日調査時まで西湾定点、東湾定点ともに毒力が検出されずに推移した。5月20日には両定点ともに0.5~0.9ないしは0.5~1.0MU/gの範囲の毒力が検出され、同時に可食部でも出荷規制値を上まわったため5月22日から出荷自主規制措置がとられた。これ以降、西湾定点では7月1日調査時まで、また東湾定点では8月5日調査時まで、それぞれ全般に0.5MU/g以上の毒力が検出され毒化がつづいた。この間、西湾定点では6月4日に1.6~2.4MU/g、東湾定点では6月3日に同じく1.6~2.4MU/g年間最高毒力を記録した。その後、西湾定点では7月15日調査時から、東湾定点では8月26日調査時から毒力が検出されずに推移した。養殖員の出荷自主規制は10月4日に解除され、出荷自主規制日数は135日間に及んだ。

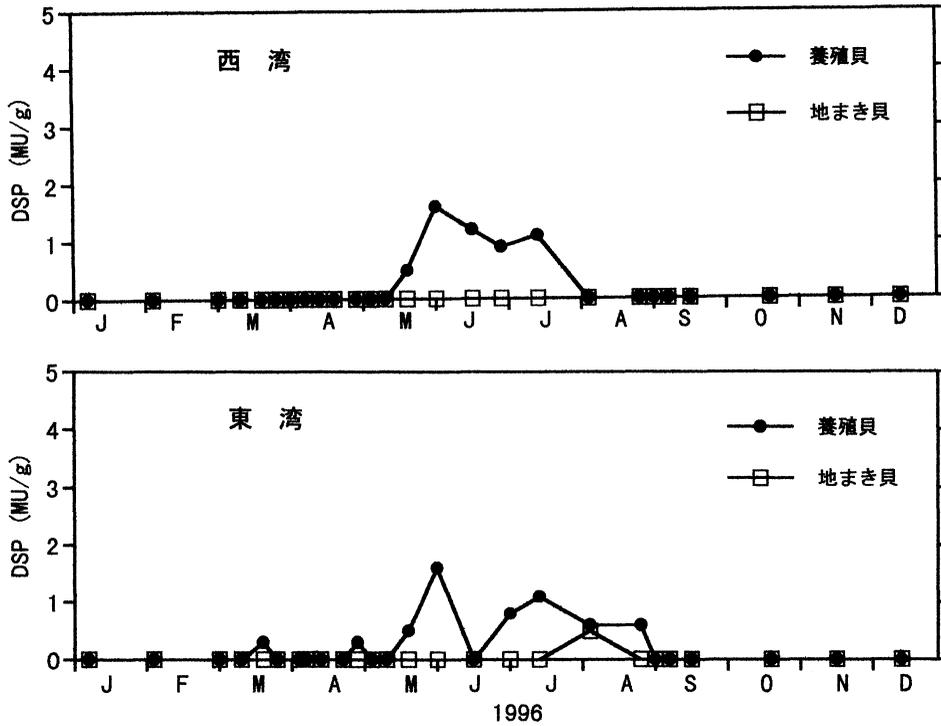


図8 1996年の陸奥湾2定点におけるホタテガイのDSP毒力の推移

上段が西湾定点、下段が東湾定点。それぞれ養殖員と地まき貝の中腸腺のDSP毒力の推移を示す。

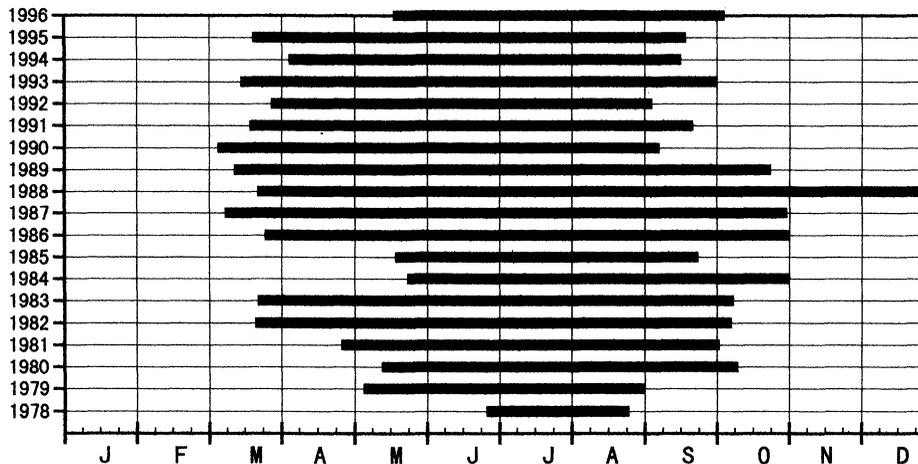


図9 1978年以降における陸奥湾海域産養殖ホタテガイの出荷規制状況

各年次の出荷自主規制開始日から解除日までの期間を黒帯線で示す。

一方の地まき貝については、西湾定点では周年にわたり毒力が検出されず毒化が確認されなかった。東湾定点では7月8日調査時に0.5~1.0MU/gの毒力が検出され毒化が確認された。同時に可食部でも規制値を越えたため、7月11日から出荷自主規制措置がとられた。しかし、毒力が検出されたのは、この1回のみであり、以後は毒力が検出されないまま推移した。地まき貝の出荷自主規制は養殖貝より早く9月13日に解除され、出荷自主規制日数は64日間であった。

前出の図7に示した1980年以降における養殖ホタテガイ中腸腺の毒力の推移をみると、陸奥湾における養殖ホタテガイの毒化状況には年次により西湾と東湾の毒力の差異が目立つ。1980年から1985年あるいは1986年にかけては全体として毒力の低下傾向が続き、1985年には東湾で過去最低の0.6MU/gとなった。その後1988年にかけては上昇傾向が続き、1988年には西湾で6.0MU/g、東湾で8.0MU/gの過去最高毒力となっている。翌1989年には両湾とも低下したが、1990年には東湾では低下傾向が続いたものの西湾では過去最高毒力と同じ6.0MU/gまで上昇した。1991年以降は両湾とも2MU/g以下の比較的低い毒力で低毒化傾向が続いたが、西湾では1994年から上昇傾向に転じ、東湾では1995年には過去第2位の高毒力である5.0MU/gまで上昇した。1980年からの毒力の変化傾向からみると高毒化期を迎えたようにもみられたが、1996年には両定点ともに前年を下回った。

次に、1978年以降における陸奥湾海域産養殖ホタテガイの出荷自主規制状況を図9に示す。同図に用いたデータの詳細については章末の付表4に示している。現行と同じような方法により調査が行われるようになった1980年以降においては、これまで最も早くに出荷自主規制が開始されたのは1990年の3月9日、最も遅かったのが1984年の5月28日である。過去17年間のうち、3月中に規制開始された年が11年と最も多く、4月中が2年、5月に入ってからが4年ある。17年間を単純に平均した規制開始日は4月8日になる。また規制解除は最も早い1992年で9月4日、最も遅い1988年で12月27日になっている。過去17年間のうち、9月中に規制解除になった年が6年、10月が8年と最も多く、11月が2年、12月が1年ある。17年間を単純に平均した規制解除日は10月8日になる。年間の規制期間は日数にして最短で124日間、最長で276日間、平均すると183日間となり、平均的な年間の規制期間が6ヶ月間に及んでいることになる。1996年の場合は、過去にくらべると、養殖貝については規制開始が例年より遅く、解除は例年並み、よって規制日数は短めに終わり、地まき貝については規制開始が最も遅く、解除は例年並み、規制日数は過去2位の短期間となった。

HPLC分析によるDSP成分量の推移

1996年におけるDSP成分のHPLC分析は、東湾の養殖ホタテガイの中腸腺についてオカダ酸(OA)とジノフィシストキシン-1(DTX1)を対象に行った。1月8日から12月16日までに採取した26試料について分析した結果、OAについては全ての試料について検出されず、DTX1についても8月5日採取のわずか1試料に $<0.4\mu\text{g/g}$ の値が検出されたのみであった。

なお、本調査とは別に行われた貝毒被害防止対策事業の餌料毒量調査結果では、1996年のホタテガイの毒化は、海中懸濁物中の*D.fortii*の出現密度が高くDTX1含有量が多い時期にもホタテガイ自体の毒力が相対的に低く、かつ毒成分としてDTX1が検出される例が少なかったことが判明している。また、その毒組成としてはPTX6とYTXの割合が高かったこともあげられている。このことから、1996年のHPLC分析によりDSP成分としてDTX1が検出されなかった要因の一つとして、ホタテガイ体内におけるDSP成分の代謝がかなり早かったことが考えられる。このことは、ホタテガイのDSPによる毒化過程がホタテガイ自体の生理活力によっても左右されることを示唆するものであろう。貝毒成分モニタリングの今後の課題としては、まずHPLC分析の対象成分を増やし、毒化したホタテガイのDSP成分の総体を連続的に把握することがあげられよう。

2-2 津軽海峡におけるホタテガイの毒化状況

1996年の津軽海峡においては、西部海域の養殖ホタテガイについては生産がなく調査を行わなかった。

東部海域の地まきホタテガイについては、まひ性貝毒、下痢性貝毒のいずれのマウス試験による毒力も調査期間中を通して検出されず、毒化が確認されなかった。

2-3 暖流系海域及び寒流系海域におけるホタテガイ以外の二枚貝の毒化状況

1996年におけるホタテガイ以外の二枚貝の毒化については、まひ性貝毒は暖流系（日本海、津軽海峡西部、陸奥湾）、寒流系（津軽海峡東部、太平洋）海域ともに、また付着性、潜砂性の全指標種ともにマウス試験による毒力が調査期間中を通して検出されず、毒化が確認されなかった。

下痢性貝毒については、暖流系海域の付着性二枚貝に毒化が確認された。調査定点である陸奥湾西湾産のムラサキガイについては、3月27日調査時にマウス試験により0.3~0.5MU/g（中腸腺、以下同じ）の毒力が検出され、同時に可食部でも出荷規制値を超えたため4月1日から出荷自主規制措置がとられた。毒力は7月半ばまで上昇傾向が続き、7月15日には1.2~2.4MU/gの年間最高毒力に達した。その後8月26日調査時には0.4~0.8MU/gまで低下し、9月17日調査時から検出されなくなったため10月4日に出荷自主規制が解除された。

このほかの海域の各指標種の下痢性貝毒については、調査期間中を通してマウス試験による毒力が検出されず、毒化が確認されなかった。

要 約

1. 青森県沿岸域において、ホタテガイ等の毒化監視のため、1996年1月~12月の期間、定期的にホタテガイ定点調査、二枚貝定点調査、陸奥湾全湾調査を実施し、貝毒検査（マウス試験並びにHPLC分析）、環境調査、採水プランクトン調査を行った。

2. 1996年の陸奥湾においては、まひ性貝毒については原因プランクトンの出現が認められず、ホタテガイのマウス試験による毒力も検出されないまま推移した。

下痢性貝毒については、陸奥湾における主たる原因プランクトンである*D.fortii*が、西湾定点では5月中に、東湾定点では5月末から7月半ばにかけて濃密に出現した。西湾定点の最高出現数は400cells/L、東湾定点では2035cells/Lであった。

湾内2調査定点においてホタテガイにマウス試験による毒力が検出された期間は、養殖貝については3月21日~8月5日、地まき貝については7月8日の1回だけであった。年間最高毒力は、養殖貝については1.0~2.4MU/g（中腸腺）、地まき貝については0.5~1.0MU/g（中腸腺）であった。毒化に伴う出荷自主規制期間は、養殖貝については5月22日~10月4日、地まき貝については7月11日~9月13日であった。出荷自主規制期間は過去にくらべ両貝種とも短期間であった。

養殖ホタテガイの貝毒成分のうちOA、DTX1を対象にHPLC分析を行ったところ、OAは全く検出されず、DTX1についても1試料に<0.4μg/gの値が検出されたのみであった。1996年の場合、貝毒成分の組成としてPTX6とYTXの比率が高かったものとみられることから、ホタテガイ体内における貝毒成分の代謝が早かったものと推定された。

3. 1996年の津軽海峡西部海域においては養殖ホタテガイの生産がなく貝毒検査を行わなかった。同東部海域の地まきホタテガイについては、まひ性貝毒、下痢性貝毒のいずれのマウス試験による毒力も調査期間中を通して検出されず、毒化が確認されなかった。

4. 1996年におけるホタテガイ以外の二枚貝の毒化については、まひ性貝毒は暖流系海域、寒流系海域ともに、また付着性、潜砂性の全指標種ともにマウス試験による毒力が調査期間中を通して検出されず毒化が確認されなかった。下痢性貝毒については、暖流系海域の付着性二枚貝（ムラサキガイ）に、3月27日~8月26日までマウス試験による毒力が検出された。その最高毒力は1.2~2.4MU/g、毒化に伴う出荷自主規制期間は4月1日~10月4日であった。このほかの対象種については毒化が確認されなかった。

文 献

- 1) 青森県(1981): 昭和55年度 赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書
- 2) 青森県(1982): 昭和56年度 赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書
- 3) 青森県(1983): 昭和57年度 赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書
- 4) 青森県(1984): 昭和58年度 赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書
- 5) 青森県(1985): 昭和59年度 赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書
- 6) 青森県(1986): 昭和60年度 赤潮・特殊プランクトン調査報告書
- 7) 青森県(1987): 昭和61年度 赤潮・特殊プランクトン調査報告書
- 8) 青森県(1988): 昭和62年度 赤潮・特殊プランクトン調査報告書
- 9) 青森県(1989): 昭和63年度 赤潮防止対策事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 10) 青森県(1990): 平成元年度 赤潮防止対策事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 11) 青森県(1991): 平成2年度 赤潮貝毒監視事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 12) 青森県(1992): 平成3年度 赤潮貝毒監視事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 13) 青森県(1993): 平成4年度 赤潮貝毒監視事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 14) 青森県(1994): 平成5年度 赤潮貝毒監視事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 15) 青森県(1995): 平成6年度 赤潮貝毒監視事業報告書 (赤潮貝毒調査)
- 16) 青森県(1996): 平成7年度 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業 (貝毒成分モニタリング) 青森県水産増殖センター事業報告 第25号 (平成7年度)
- 17) 青森県(1991): 平成2年度 貝毒安全対策事業報告書 新種プランクトン等による貝類毒化機構解明調査 (海況自動観測データを利用した毒化予知手法開発試験)
- 18) 青森県(1992): 平成3年度 貝毒安全対策事業報告書 新種プランクトン等による貝類毒化機構解明調査 (海況自動観測データを利用した毒化予知手法開発試験)
- 19) 青森県(1993): 平成4年度 貝毒安全対策事業報告書 毒化原因調査 (餌料調査) 新種プランクトン等による貝類毒化機構解明調査 (プランクトンの大量採集によるモニタリング手法開発試験) (海況自動観測データを利用した毒化予知手法開発試験)
- 20) 青森県(1994): 平成5年度 貝毒被害防止対策事業報告書
- 21) 青森県(1995): 平成6年度 貝毒被害防止対策事業報告書
- 22) 青森県(1996): 平成7年度 貝毒被害防止対策事業報告書
- 23) 青森県(1997): 平成8年度 貝毒被害防止対策事業報告書

付 表

この付表には、1996年1月～12月に行った調査結果をとりまとめ、次のような表にして示した。

付表1 青森県沿岸域の貝毒調査結果（マウス試験及び貝毒成分HPLC分析結果）

付表2-1 陸奥湾海域 西湾定点の気象海象観測結果、水質調査結果及び採水プランクトン調査結果

付表2-2 陸奥湾海域 東湾定点の気象海象観測結果、水質調査結果及び採水プランクトン調査結果

付表2-3 陸奥湾海域 全湾調査の気象海象観測結果及び採水プランクトン調査結果

なお、採水プランクトン調査結果の渦鞭毛藻類の種名については、次のように略記した。また、表中には*P.compressum*の欄も設けてあるが、同種については計数していないため全て空白とした。

<u>Ceratium</u> 属	C.a	<u>C.arietinum</u>	C.b	<u>C.boehmii</u>	C.f	<u>C.fusus</u>
<u>Dinophysis</u> 属	D.f	<u>D.fortii</u>	D.a	<u>D.acuminata</u>	D.m	<u>D.mitra</u>
	D.c	<u>D.caudata</u>	D.i	<u>D.infundibulus</u>	D.rd	<u>D.rotundata</u>
	D.rg	<u>D.rudgei</u>	D.n	<u>D.norvegica</u>	D.t	<u>D.tripos</u>
<u>Prorocentrum</u> 属	P.c	<u>P.compressum</u>	P.m	<u>P.micans</u>		
<u>Alexandrium</u> 属	A.c	<u>A.catenella</u>	A.t	<u>A.tamarense</u>		
<u>Protoperidinium</u> 属	P.c	<u>P.conicum</u>	P.d	<u>P.depressum</u>		
<u>Gymnodinium</u> 属	G.c	<u>G.catenatum</u>				

また、過去の陸奥湾における下痢性貝毒によるホタテガイの毒化状況等を整理して、次のような表にして示した。

付表3-1 1980年以降の陸奥湾西湾定点における養殖ホタテガイの毒化状況と*D.fortii*の出現動向

付表3-2 1980年以降の陸奥湾東湾定点における養殖ホタテガイの毒化状況と*D.fortii*の出現動向

付表4 1978年以降における陸奥湾海域産ホタテガイの出荷規制状況

付表1 青森県沿岸域の貝毒調査結果（マウス試験及び貝毒成分HPLC分析結果）

海 域	貝 の 種 類	採 取 月 日	検 査 月 日	マウス試験				貝毒成分HPLC分析							
				麻痺性毒力(MU/g)		下痢性毒力(MU/g)		麻痺性貝毒成分 (非分析)	下痢性貝毒成分(μg/g)						
				中腸腺	可食部	中腸腺	可食部		分析部位	OA	DTX1	DTX3	PTX2	PTX6	YTX
陸奥湾 西湾 (野内)	養殖ホタテガイ	96.01.08	96.02.06	<1.75*		<0.3*	<0.021	中腸腺 (以下同)	ND	ND					
		2.05	2.08	<1.75*		<0.3*	<0.020		ND	ND					
		3.04	3.07		<1.75	<0.3*	<0.027		ND	ND					
		3.11	3.14		<1.75	<0.3*	<0.027		ND	ND					
		3.21	3.25		<1.75	<0.3*	<0.034		ND	ND					
		3.27	4.01			<0.3*	<0.038		ND	ND					
		4.04	4.12			<0.3*	<0.039								
		4.08	4.12			<0.3*	<0.036								
		4.16	4.19		<1.75	<0.3*	<0.037								
		4.22	5.02			<0.3*	<0.033								
		4.30	5.09			<0.3*	<0.034								
		5.07	5.09			<0.44	<0.05								
		5.13	5.15		<1.75	<0.48	<0.05								
		5.20	5.22			0.47 ~ 0.94	0.05 ~ 0.1								
		6.04	6.07			1.6 ~ 2.4	0.2 ~ 0.3								
		6.17	6.20		<1.75	1.18 ~ 2.35	0.1 ~ 0.2								
		7.01	7.04			0.9 ~ 1.8	0.1 ~ 0.2								
		7.15	7.19		<1.75	<0.63	<0.05								
		8.05	8.08		<1.75	<0.69	<0.05								
		8.26	8.29			<0.71	<0.05								
9.02	9.05		<1.75	<0.78	<0.05										
9.09	9.13			<0.74	<0.05										
9.17	9.24			<0.80	<0.05										
10.21	10.28		<1.75	<0.78	<0.05										
11.18	11.21		<1.75	<0.66	<0.05										
12.16	12.19		<1.75	<0.68	<0.05										
陸奥湾 東湾 (野辺地)	養殖ホタテガイ	96.01.08	96.02.06	<1.75*		<0.3*	<0.028	中腸腺 (以下同)	ND	ND					
		2.05	2.08	<1.75*		<0.3*	<0.025		ND	ND					
		3.04	3.07		<1.75	<0.3*	<0.035		ND	ND					
		3.11	3.14		<1.75	<0.3*	<0.033		ND	ND					
		3.21	3.25		<1.75	0.3 ~ 0.4*	0.036 ~ 0.048		ND	ND					
		3.28	4.01			<0.3*	<0.034		ND	ND					
		4.05	4.12			<0.3*	<0.033		ND	ND					
		4.08	4.12			<0.3*	<0.036		ND	ND					
		4.16	4.19		<1.75	<0.3*	<0.037		ND	ND					
		4.25	5.02			<0.3*	<0.031		ND	ND					
		4.30	5.09			0.3 ~ 0.4*	0.033 ~ 0.044		ND	ND					
		5.07	5.09			<0.46	<0.05		ND	ND					

海 域	貝 の 種 類	採 取 月 日	検 査 月 日	マ ウ ス 試 験				貝 毒 成 分 H P L C 分 析									
				麻 痺 性 毒 力 (MU/g)		下 痢 性 毒 力 (MU/g)		麻 痺 性 貝 毒 成 分 (非 分 析)	下 痢 性 貝 毒 成 分 (μg/g)								
				中 腸 腺	可 食 部	中 腸 腺	可 食 部		分 析 部 位	OA	DTX1	DTX3	PTX2	PTX6	YTX		
陸奥湾 東湾 (野辺地)	養殖ホタテガイ	5.13	5.15	<1.75		<0.47	<0.05		中腸腺	ND	ND						
		5.20	5.22			0.49 ~ 0.98	0.05 ~ 0.1		(以下同)	ND	ND						
		6.03	6.06			1.6 ~ 2.4	0.2 ~ 0.3			ND	ND						
		6.17	6.20	<1.75		<0.50	<0.05			ND	ND						
		7.02	7.05			0.8 ~ 1.6	0.1 ~ 0.2			ND	ND						
		7.15	7.19	<1.75		1.12 ~ 2.24	0.1 ~ 0.2			ND	ND						
		8.05	8.08	<1.75		0.62 ~ 1.25	0.05 ~ 0.1			ND	<0.4						
		8.26	8.29			<0.67	<0.05			ND	ND						
		9.02	9.05	<1.75		<0.64	<0.05			ND	ND						
		9.09	9.13			<0.65	<0.05			ND	ND						
		9.17	9.24			<0.69	<0.05			ND	ND						
		10.21	10.28	<1.75		<0.73	<0.05			ND	ND						
		11.18	11.21	<1.75		<0.69	<0.05			ND	ND						
		12.16	12.19	<1.75		<0.60	<0.05			ND	ND						
		陸奥湾 西湾 (野内)	地まきホタテガイ	96.01.08	96.02.06			<0.3*	<0.023								
2.05	2.08					<0.3*	<0.019										
3.04	3.07					<0.3*	<0.029										
3.11	3.14					<0.3*	<0.028										
3.21	3.25					<0.3*	<0.034										
3.27	4.01					<0.3*	<0.038										
4.08	4.12					<0.3*	<0.041										
4.16	4.19					<0.3*	<0.036										
4.22	5.02					<0.3*	<0.035										
4.30	5.09					<0.3*	<0.034										
5.07	5.09					<0.48	<0.05										
5.13	5.15					<0.48	<0.05										
5.20	5.22					<0.45	<0.05										
5.27	5.30					<0.4	<0.05										
6.03	6.06					<0.5	<0.05										
6.10	6.13					<0.4	<0.05										
6.17	6.20					<0.55	<0.05										
6.24	6.26					<0.5	<0.05										
7.01	7.04					<0.5	<0.05										
7.08	7.11			<0.5	<0.05												
8.05	8.08			<0.67	<0.05												
8.26	8.29			<0.66	<0.05												
9.02	9.05			<0.69	<0.05												
9.09	9.13			<0.71	<0.05												

海 域	貝 の 種 類	採取月日	検査月日	マ ウ ス 試 験				貝 毒 成 分 H P L C 分 析							
				麻痺性毒力(MU/g)		下痢性毒力(MU/g)		麻痺性貝毒成分		下痢性貝毒成分 (μg/g)					
				中腸腺	可食部	中腸腺	可食部	(非分析)	分析部位	OA	DTX1	DTX3	PTX2	PTX6	YTX
陸奥湾 西湾 (野内)	地まきホタテガイ	10.21	10.28			<0.73	<0.05								
		11.18	11.21			<0.69	<0.05								
		12.16	12.19			<0.65	<0.05								
陸奥湾 東湾 (野辺地)	地まきホタテガイ	96.01.08	96.02.06			<0.3*	<0.028								
		2.05	2.08			<0.3*	<0.025								
		3.04	3.07			<0.3*	<0.032								
		3.11	3.14			<0.3*	<0.030								
		3.21	3.25			<0.3*	<0.036								
		3.28	4.01			<0.3*	<0.033								
		4.05	4.12			<0.3*	<0.033								
		4.08	4.12			<0.3*	<0.035								
		4.16	4.19			<0.3*	<0.034								
		4.25	5.02			<0.3*	<0.031								
		4.30	5.09			<0.3*	<0.032								
		5.07	5.09			<0.50	<0.05								
		5.13	5.15			<0.51	<0.05								
		5.20	5.22			<0.52	<0.05								
		5.27	5.30			<0.4	<0.05								
		6.03	6.06			<0.5	<0.05								
		6.10	6.13			<0.5	<0.05								
		6.17	6.20			<0.62	<0.05								
		6.24	6.26			<0.5	<0.05								
		7.02	7.05			<0.5	<0.05								
7.08	7.11			0.5 ~ 1.0	0.05 ~ 0.1										
8.05	8.08			<0.66	<0.05										
8.26	8.29			<0.66	<0.05										
9.02	9.05			<0.70	<0.05										
9.09	9.13			<0.68	<0.05										
10.21	10.28			<0.64	<0.05										
11.18	11.21			<0.66	<0.05										
12.16	12.19			<0.65	<0.05										
津軽海峡 西部 (今別)	養殖ホタテガイ	(非検査)													

海 域	貝 の 種 類	採取月日	検査月日	マ ウ ス 試 験				貝 毒 成 分 H P L C 分 析												
				麻痺性毒力(MU/g)		下痢性毒力(MU/g)		麻痺性貝毒成分 (非分析)	下痢性貝毒成分 (μg/g)											
				中腸腺	可食部	中腸腺	可食部		分析部位	OA	DTX1	DTX3	PTX2	PTX6	YTX					
津軽海峡 東部 (野牛) (石持)	地まきホタテガイ	96.04.24	96.04.30	<2.0*	<2.0	<0.3*	<0.04													
		5.24	5.29	<2.0	<2.0	<0.3	<0.04													
		6.06	6.11	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		6.17	6.20	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		6.24	6.28	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		7.01	7.04	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		7.12	7.18	<2.0	<2.0	<0.3	<0.04													
		7.15	7.18	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		7.22	7.25	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		7.29	8.01	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		8.06	8.09	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		10.28	10.31	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
		12.01	12.05	<2.0	<2.0	<0.3	<0.03													
暖流系 (青森)	ムラサキイガイ	96.01.08	96.01.12			<0.3 *	<0.03										中腸腺	ND	ND	
		2.05	2.08			<0.3 *	<0.03										(以下同)	ND	ND	
		3.04	3.07			<0.3 *	<0.04											ND	ND	
		3.11	3.15			<0.3 *	<0.04												ND	ND
		3.21	3.28			<0.25*	<0.04												ND	ND
		3.27	4.01			0.3 ~ 0.5*	0.05 ~ 0.08												ND	ND
		4.16	4.19			0.3 ~ 0.5*	0.05 ~ 0.09													
		5.13	5.16			0.3 ~ 0.7	0.05 ~ 0.1													
		6.17	6.20			0.8 ~ 1.6	0.1 ~ 0.2													
		7.15	7.18			1.2 ~ 2.4	0.2 ~ 0.4													
		8.26	8.29			0.4 ~ 0.8	0.05 ~ 0.1													
		9.17	9.20			<0.4	<0.05													
		9.24	9.27			<0.4	<0.05													
10.01	10.04			<0.4	<0.05															
10.21	10.23			<0.4	<0.05															
11.18	11.21			<0.4	<0.05															
12.16	12.19			<0.4	<0.05															
寒流系 (関根浜)	ムラサキイガイ	96.01.23	96.01.29	<2.0*	<2.0	<0.3 *	<0.04													
		2.21	2.26	<2.0*	<2.0	<0.3 *	<0.04													
		3.21	3.27	<2.0*	<2.0	<0.25*	<0.04													
		4.30	5.09	<2.0*	<2.0	<0.25*	<0.05													
		5.23	5.29	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05													
		6.05	6.12	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05													

海 域	貝 の 種 類	採取月日	検査月日	マ ウ ス 試 験				貝 毒 成 分 H P L C 分 析					
				麻痺性毒力(MU/g)		下痢性毒力(MU/g)		麻痺性貝毒成分	下痢性貝毒成分 (μg/g)				
				中腸腺	可食部	中腸腺	可食部	(非分析)	分析部位	OA	DTX1	DTX3	PTX2
寒流系 (関根浜)	ムラサキガイ	6.13	6.19	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		6.20	6.26	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		6.25	6.28	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		7.05	7.10	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		7.11	7.17	<2.0	<2.0	<0.4	<0.05						
		7.18	7.24	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		7.25	7.31	<2.0	<2.0	<0.4	<0.05						
		8.20	8.26	<2.0	<2.0	<0.3	<0.05						
		9.18	9.24	<2.0	<2.0	<0.4	<0.05						
		10.24	10.31	<2.0	<2.0	<0.5	<0.05						
		11.27	12.02	<2.0	<2.0	<0.5	<0.05						
		12.24	12.27	<2.0	<2.0	<0.4	<0.05						
寒流系 (三沢)	ウバガイ	96.02.31	96.02.05		<2.0		<0.03						
		2.21	2.26		<2.0		<0.03						
		3.13	3.18		<2.0		<0.03						
		12.10	12.13		<2.0		<0.05						

付表2-3 陸奥湾海域全湾調査の気象海象観測結果及びプランクトン調査結果

調査海域	調査回数	調査地点 (水深m)	調査年月日 (時刻)	気象海象観測結果							プランクトン(渦鞭毛藻類)調査結果 (出現数 cells/L)																
				天気	雲量	風向 風力	透明度 (m)	水色 調査 水深 (m)	水温 (°C)	塩分	Ceratium属			Dinophysis属				Proro- centrum属		Alexand- rium属		Protoperi- dinium属		Gymnodi- nium属		Dinopysis属 (分裂細胞)	
				C. a	C. b	C. f	D. f	D. a	D. m	D. c	D. i	D. rd	D. rg	D. n	D. t	P. c	P. m	A. c	A. t	P. c	P. d	G. c	D. f	D. a	D. m	D. c	
陸奥湾海域	1	St. 1 (47)	(1月欠測)																								
		St. 2 (53)	(1月欠測)																								
		St. 3 (52)	(1月欠測)																								
		St. 4 (47)	(1月欠測)																								
		St. 5 (40)	(1月欠測)																								
		St. 6 (39)	(1月欠測)																								
	2	St. 1 (47)	(2月欠測)																								
		St. 2 (53)	(2月欠測)																								
		St. 3 (52)	(2月欠測)																								

調査 海域	調査 回次	調査 地点 (水深m)	調査 年月日 (時刻)	気象海象観測結果					プランクトン(渦鞭毛藻類)調査結果 (出現数 cells/L)																	
				天気	雲量	風向 風力	透明度 (m)	水色 調査 水深 (m)	水温 (°C)	塩分	Ceratium属			Dinophysis属				Proro- centrum属		Alexand- rium属		Protoperi- dinium属		Gymnodi- nium属		Dinophysis属 (分裂細胞)
				C. a	C. b	C. f	D. f	D. a	D. m	D. c	D. i	D. rd	D. rg	D. n	D. t	P. c	P. m	A. c	A. t	P. c	P. d	G. c	D. f	D. a	D. m	D. c
陸奥湾海域	2	St. 4 (47)	(2月欠測)																							
		St. 5 (40)	(2月欠測)																							
		St. 6 (39)	(2月欠測)																							
	3	St. 1 (47)	(3月欠測)																							
		St. 2 (53)	(3月欠測)																							
		St. 3 (52)	(3月欠測)																							
		St. 4 (47)	(3月欠測)																							
		St. 5 (40)	(3月欠測)																							
		St. 6 (39)	(3月欠測)																							

付表3-1 1980年以降の陸奥湾西湾定点における養殖ホタテガイの下痢性貝毒による毒化状況と*D.fortii*の出現動向

年次	マウス試験による毒力 (MU/g・中腸腺)								<i>D.fortii</i> 出現密度 (cells/L)							
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	期間最高	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	期間最高
1980	---	0.00	2.00	4.50	1.00	0.00	0.30	4.50	0	60	1170	1630	275	10	10	1630
1981	---	0.50	1.00	3.00	3.20	0.70	---	3.20	10	60	340	2640	995	25	45	2640
1982	0.00	0.30	2.25	3.40	3.40	0.70	0.00	3.40	10	55	1110	3100	5610	30	15	5610
1983	0.30	0.40	3.40	4.20	3.00	0.50	0.40	4.20	15	165	1570	1815	515	30	20	1815
1984	0.00	0.00	1.00	4.00	2.40	0.60	0.50	4.00	10	5	1175	365	145	5	45	1175
1985	0.00	0.00	2.30	1.20	0.60	0.75	0.00	2.30	10	25	1410	450	55	10	0	1410
1986	0.50	0.60	1.80	1.50	1.80	0.75	0.40	1.80	5	50	580	2195	215	40	0	2195
1987	0.40	0.40	0.50	2.00	1.00	0.75	0.75	2.00	30	15	60	545	110	45	5	545
1988	0.30	0.00	1.00	6.00	2.00	2.00	0.60	6.00	5	35	1515	300	460	10	0	1515
1989	0.30	0.00	1.50	1.00	1.50	0.40	0.30	1.50	15	60	690	640	500	5	80	690
1990	0.30	0.50	3.00	6.00	0.60	0.60	0.00	6.00	15	50	645	1650	5	55	20	1650
1991	0.00	0.40	1.50	1.50	1.50	0.75	0.60	1.50	15	50	545	290	45	20	10	545
1992	0.40	0.00	1.00	0.75	0.60	0.00	0.00	1.00	65	95	290	375	40	40	5	375
1993	0.40	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50	0.30	1.00	25	20	590	220	150	35	10	590
1994	0.00	0.00	0.30	2.00	1.00	1.00	0.00	2.00	20	55	215	215	165	90	50	215
1995	0.39	0.40	2.00	3.00	2.00	0.60	0.50	3.00	45	30	1505	1180	1680	25	60	1680
1996	0.00	0.00	0.47	1.60	0.90	0.00	0.00	1.60	45	25	400	120	310	40	30	400
1980-1996年の統計																
(平均)	0.22	0.24	1.53	2.74	1.62	0.62	0.29	2.88	20	50	812	1043	663	30	24	1452
(最高)	0.50	0.60	3.40	6.00	3.40	2.00	0.75	6.00	65	165	1570	3100	5610	90	80	5610
(最低)	0.00	0.00	0.30	0.75	0.60	0.00	0.00	1.00	0	5	60	120	5	5	0	215

毒力、出現密度の値はいずれも月別の最高値、()内は月内の調査回数を示す。

毒力の試験結果が範囲で表された場合には、その下限値を採用している。なお、1996年5月からのマウス試験は可食部基準で行われているため、検出限界未満(0.05MU/g未満)の場合の中腸腺の毒力は不明である。この表では便宜的に0.00としている。

付表3-2 1980年以降の陸奥湾東湾定点における養殖ホタテガイの下痢性貝毒による毒化状況と*D.fortii*の出現動向

年次	マウス試験による毒力 (MU/g・中腸腺)									<i>D.fortii</i> 出現密度 (cells/l)								
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	期間最高	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	期間最高		
1980	— (0)	0.00 (4)	0.00 (4)	3.30 (5)	4.50 (4)	1.25 (4)	0.70 (5)	4.50	— (0)	0 (3)	40 (3)	1145 (5)	335 (4)	110 (4)	15 (5)	1145		
1981	— (0)	0.30 (4)	0.50 (4)	3.00 (5)	5.00 (4)	1.70 (3)	— (0)	5.00	5 (2)	15 (4)	100 (4)	1845 (5)	4205 (4)	55 (5)	40 (4)	4205		
1982	0.70 (3)	0.50 (4)	0.70 (5)	4.20 (3)	3.40 (4)	3.40 (5)	1.20 (4)	4.20	10 (3)	20 (4)	265 (5)	4430 (4)	7425 (4)	5850 (5)	20 (4)	7425		
1983	0.40 (4)	0.40 (4)	0.50 (5)	3.00 (5)	3.00 (4)	2.70 (4)	0.70 (4)	3.00	10 (5)	45 (4)	115 (5)	425 (4)	455 (4)	85 (5)	20 (4)	455		
1984	0.30 (4)	0.30 (4)	1.00 (5)	2.00 (4)	2.40 (5)	1.20 (4)	0.60 (4)	2.40	10 (4)	5 (4)	170 (5)	545 (4)	1805 (5)	1735 (4)	25 (4)	1805		
1985	0.00 (4)	0.30 (5)	0.50 (4)	0.60 (3)	0.60 (3)	0.50 (4)	0.00 (5)	0.60	10 (4)	10 (5)	110 (4)	135 (3)	470 (3)	165 (4)	0 (5)	470		
1986	0.60 (3)	0.50 (4)	0.60 (4)	4.00 (2)	1.50 (2)	4.00 (2)	2.00 (3)	4.00	5 (3)	25 (4)	95 (4)	1995 (3)	4685 (2)	460 (2)	25 (3)	4685		
1987	0.50 (5)	0.40 (4)	0.50 (4)	1.50 (2)	5.00 (2)	2.00 (2)	3.00 (2)	5.00	30 (5)	10 (4)	45 (4)	140 (2)	1510 (2)	25 (2)	5 (2)	1510		
1988	0.50 (4)	0.40 (4)	0.50 (4)	5.00 (2)	8.00 (2)	6.00 (2)	2.00 (2)	8.00	5 (4)	10 (4)	690 (4)	1865 (2)	2440 (2)	1520 (2)	145 (2)	2440		
1989	0.60 (4)	0.50 (4)	0.50 (4)	5.00 (2)	3.00 (2)	1.00 (1)	0.60 (1)	5.00	15 (4)	100 (4)	60 (4)	590 (2)	2545 (2)	65 (1)	50 (1)	2545		
1990	0.60 (3)	0.50 (5)	0.50 (3)	0.40 (2)	0.40 (2)	0.00 (3)	0.00 (2)	0.60	20 (3)	20 (4)	65 (3)	80 (2)	85 (3)	50 (3)	15 (2)	85		
1991	0.75 (4)	0.75 (4)	0.75 (4)	0.60 (2)	1.00 (2)	0.50 (3)	0.50 (3)	1.00	35 (4)	30 (4)	320 (4)	230 (2)	270 (2)	25 (3)	5 (3)	320		
1992	0.44 (5)	0.75 (4)	0.50 (3)	0.60 (3)	0.40 (2)	0.00 (2)	0.00 (1)	0.75	115 (5)	310 (4)	60 (4)	75 (3)	55 (2)	75 (2)	10 (1)	310		
1993	0.75 (3)	0.60 (4)	0.40 (3)	0.40 (2)	1.50 (2)	0.75 (2)	0.60 (4)	1.50	50 (5)	30 (4)	35 (3)	350 (2)	770 (3)	120 (2)	65 (4)	770		
1994	0.00 (4)	0.42 (3)	0.00 (2)	0.50 (2)	0.75 (2)	0.60 (3)	0.00 (2)	0.75	10 (4)	35 (4)	155 (4)	600 (2)	245 (2)	180 (3)	180 (2)	600		
1995	0.49 (4)	0.60 (2)	0.40 (4)	1.00 (2)	5.00 (2)	0.40 (3)	0.60 (2)	5.00	40 (4)	40 (4)	130 (4)	1035 (3)	1170 (2)	40 (3)	45 (2)	1170		
1996	0.30 (4)	0.30 (4)	0.49 (3)	1.60 (2)	1.12 (2)	0.62 (2)	0.00 (3)	1.60	25 (4)	10 (4)	115 (4)	2035 (2)	1125 (3)	50 (2)	20 (3)	2035		
1980-1996年の統計																		
(平均)	0.46	0.44	0.49	2.16	2.74	1.57	0.78	3.11	25	42	151	1031	1741	624	40	1881		
(最高)	0.75	0.75	1.00	5.00	8.00	6.00	3.00	8.00	115	310	690	4430	7425	5850	180	7425		
(最低)	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.60	5	0	35	75	55	25	0	85		

毒力、出現密度の値は月別の最高値、()内は月内の調査回数を示す。

毒力の試験結果が範囲で表された場合には、その下限値を採用している。なお、1996年5月からのマウス試験は可食部基準で行われているため、検出限界未満(0.05MU/g未満)の場合の中腸腺の毒力は不明である。この表では便宜的に0.00としている。

付表4 1978年以降における陸奥湾海域産ホタテガイの出荷自主規制状況

年次	養殖ホタテガイ			地まきホタテガイ		
	規制開始日	規制解除日	規制日数	規制開始日	規制解除日	規制日数
1978	06/30	08/25	56	06/30	08/25	56
1979	05/09	09/01	115	-----	-----	0
1980	05/17	10/10	146	06/05	09/10	97
1981	04/30	10/02	155	04/30	09/12	135
1982	03/25	10/07	196	03/25	09/24	183
1983	03/26	10/08	196	05/17	09/12	118
1984	05/28	11/01	157	05/17	09/14	120
1985	05/22	09/23	124	06/10	09/14	96
1986	03/29	11/01	217	04/11	10/17	189
1987	03/12	10/31	233	05/09	10/31	175
1988	03/26	12/27	276	05/19	11/24	189
1989	03/16	10/23	221	05/12	10/23	164
1990	03/09	09/07	182	05/24	08/10	78
1991	03/23	09/21	182	05/11	09/05	117
1992	04/01	09/04	156	06/11	08/11	61
1993	03/19	10/01	196	04/12	10/12	135 *
1994	04/08	09/16	161	06/02	09/19	109
1995	03/24	09/18	178	06/22	09/18	88
1996	05/22	10/04	135	07/11	09/13	64
1980-1996年の統計						
平均	04/08	10/08	183	05/18	09/22	125
最早(最短)	03/09	09/04	124	03/25	08/10	61
最遅(最長)	05/28	12/27	276	07/11	11/24	189

この表の出荷自主規制は全て下痢性貝毒によるものであり、過去に、まひ性貝毒により出荷自主規制措置がとられたことはない。

1993年の地まき貝については7/16～8/26の期間、一旦、規制が解除されている。