広島湾における黄変カキの発生

誌名	広島県水産試験場研究報告
ISSN	03876039
著者名	楠木,豊
発行元	広島県水産試験場
巻/号	14号
掲載ページ	p. 1-10
発行年月	1984年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

原 著 **Original Articles**

広島湾における黄変カキの発生

楠 木 豊

An Incidence of Yellow-oysters in Hiroshima Bay

Yutaka KUSUKI

During the winter of 1981, a yellow discoloration was noted in the juice of shucked oysters taken from the northern Hiroshima Bay, though oyster soft parts were normal in appearance. Sometimes discoloration had a greenish yellow.

At the end of January, 1981, the yellow discoloration of the oyster was noticed in Kure Bay, a branch of Hiroshima Bay. This discoloration spreaded over the northern Hiroshima Bay, where about 90 per cent of rafts in Hiroshima Prefecture were anchored. This discoloration lasted till March. The most marked discoloration was oysters from Kure Bay and the northern Hiroshima Bay near Hiroshima City.

A pigment was extracted by homogenizing the digestive diverticula of oysters with 3%NaCl solution and ethanol(1:1). When measuring the absorption spectrum of this supernatant, maximum absorption was found at about 460nm other than usual maximum at 430nm. Peak height at 460nm was measured from oysters at various stations in Hiroshima Bay and these peak heights were coincidenced with observations of the discoloration of oyster juices.

On the gills of oysters a number of micro-plankton of a species was retained along the gill filaments. This plankton might be the cause of the yellow discoloration, but unhurt plankton was unable to find there. Surface water samples were collected at Kure Bay and examined under the light microscope, but similar plankton as that found on the gills of oysters were not found.

1981年冬季に，広島湾一帯から取上げたカキをむき身すると，カキの生肉は外見上何の異常も認められないが，その浸出液が黄色に着色する現象が発生した。その色は濃く，場所によっては青味を帯びているものもあった。このカキは，その色から，一般に黄変カキと呼ばれるようになった。黄変カキは，この年が広島県下では初めての発生ではない。1974年4月にも，北部広島湾の西部海域で黄変カキが発生したことがある。また，カキ養殖業者によると，短期間ではあるが，毎年発生しているという話であった。しかし，今回のように広範囲に，また長期にわたって発生したことはなかった。これらの黄変カキは，むき身して各地に出荷されたため，販売先の保健所，消費者団体等から，黄変カキの発生原因について問合わせが相次ぎ，大きな問題となった。

このような着色カキとしては，宮城県における赤変カキがある。これは *Prorocentrum micans* に存在しているカロチノイドの1種であるペリジニンによるものであり，この色素がたんぱく質と結合して peridinin-chlorophyll *a*-protein となり，水溶性となっていることが明らかにされている。[1,2] 一方，黄変カキについては，これまで調査例が無く，調査方法が確立していない。そのため，1981年の黄変カキ調査では，色素の性状が明らかにできず，原因究明までにはいたらなかった。しかし，黄変カキの発生状況，分布範囲，色素の吸収曲線等を調査したので，その結果を報告する。

方　　法

今回の黄変カキの発生状況及び過去の発生事例については，広島・呉両農林事務所の水産業改良普及員によって，カキ養殖業者からの聞き取り調査が行われた。一方，広島湾にある主要カキ養殖漁場から，1981年2月17・18日の両日にカキの取上げ調査を行った。各養殖漁場の任意の筏から垂下連1本を吊り上げ，上から6枚目の付着器に付着しているカキを採集した。これを水産試験場に持ち帰り，むき身して生肉の外見観察と浸出液の色とを調べ，次いで消化盲のう部を切りとり，この色素を抽出して，色素の吸収曲線を調べた。

黄色色素は水溶性なので，赤変カキの色素抽出法[1,2]を参考にして，次の方法によることにした。すなわち，数個体の消化盲のう部を切り取って集め，約5 gを秤量の後，3％塩化ナトリウムとエチルアルコール1：1（容量）液40mℓでホモジナイズした。これを遠心分離（8,000 rpm，20分）し，上澄液を1 cmセルにとり，島津分光光度計 UV−200 で吸収曲線を描かせた。

この黄色色素は，海水中の微小植物プランクトンに由来するものではないかと考え，プランクトン調査を行った。まず，カキえらの検鏡を行い，また，黄変カキの着色の著しい海域の表面海水を汲みとり，黄変カキ発生の原因となっていると考えられそうなプランクトンの調査を行った。

結　　果

黄変カキの発生状況　黄変カキが発生して問題となったのは，最初呉市吉浦地区であった。1981年2月7日に，呉農林事務所水産課から，吉浦地区で黄変カキが発生しているということが，水産試験場に連絡されてきた。そして，2月9日に黄変カキが持ち込まれた。そのときのカキ養殖業者の話では，1月下旬から発生しはじめたということであった。また，2月10日頃には多くの地区から黄変カキ発生の報告が入ってきた。2月7日に，広島農林事務所水産課が聞き取り調査を行ったところによると，広島湾では2月に入ってから黄変カキが発生しているようである（表1）。また，過去における黄変カキ発生の事例についての聞き取り調査によると，短期間ではあるが毎年発生しているようである。

2月10日頃の黄変カキ発生状況は，広島湾北部の広島市沿岸及び呉湾で取上げたカキ浸出液の着色が著しかった。広島湾北部のうちでも，中央部海域にある筏から取上げたカキの浸出液の色は薄く，南部海域の切串，三高及び音戸では発生していなかった。しかし，2月中旬になると，

表1.　黄変カキ発生状況聞き取り調査結果（1981年2月7日）＊

Table 1.　Making inquiries concerning the incidence of yellow oysters on 7 Feb. 1981

漁　場 Oyster growing grounds	発生時期 Outbreak	滲出液の色 Color of juice	そ　の　他 Remarks
阿多田島 Atada-shima	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年，缶詰時期に発生する。 Occur in March and April every year.
可部島 Kabe-shima	1週間前 A week before	黄色 Yellow	毎年発生する，今までは黄色の汁で，2月下旬白くなり，3月下旬緑色になる。黄色くなった後身入りが良くなる。 Occur every year. Color of the juice is yellow about this time and becomes white at the end of February and green at the end of March. After the color of juice becomes yellow, the fattness of oysters improved.
地御前 Jigozen	1週間前 A week before	黄緑緑色 Greenish yellow	
五日市 Itsukaichi	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年発生する。1974年の方がひどかった。 Occur every year. The color of the juice was denser in 1974.
江波 Eba	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年この時期に7～10日ぐらい発生する。肛門のところが黄色になっている。食べても異常はなかった。 Occur about this time every year for seven to ten days. Rectum becomes yellowish. Not toxi to eat.
金輪島 Kanawa-shima	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年この時期に発生する。 Occur about this time every year.

＊ 広島農林事務所水産課調査　Conducted by Fisheries Division, Hiroshima Agricultural and Forestry Office, Hiroshima Prefecture.

その分布域は拡大し，広島湾全域で発生がみられるようになり，浸出液の色も一層濃くなった。しかし，切串から三高，美能にいたる地区では色も薄く，出荷販売上の問題になるほどではなかった。

3月に入ってから浸出液の色は薄くなり，次第に消滅していった。

カキ取上げ調査　2月17・18日の両日，広島湾周辺海域の主要カキ養殖漁場13カ所でカキの取上げ調査を行った。このときの生肉の外観と浸出液の色は以下の通りであった。

阿多田島：閉殻筋の貝殻付着面の周辺が赤く，また生肉外表面全域が薄い赤色を呈する。

可部島：閉殻筋の貝殻付着面周辺が赤いが，阿多田島のカキよりは薄い。生肉外表面全域が薄い赤色を呈する。

地御前：生肉外表面全域が薄い赤色を呈しているが，閉殻筋の貝殻付着面周辺の赤色はみられない。

峠　島：えらの外縁部や外とう膜内面の外縁部に近い方が薄い緑色を帯びている。生肉の外表面も全体的に薄い緑色を帯び，内臓塊の表面に黄緑色に着色した部分がみられる。

浸出液は黄緑色である。

似　　島：生肉外表面が薄い緑色である。浸出液は薄い黄色である。

津久根島：生肉外表面が薄い緑色で，えらは少し緑色が濃い。浸出液は黄緑色であるが，緑色が濃い。

江　　波：津久根島のカキより全体的に色が濃い。囲心腔周辺が薄い緑色を帯びている。浸出液は濃い黄緑色である。

切　　串：えらが薄い緑色を帯びており，囲心腔周辺部は薄い橙色をしている。浸出液は着色していない。

三　　高：切串のカキより色が薄く，正常なカキに近い。

大柿(引島)：生肉外表面全域が薄い黄緑色で，囲心腔周辺も黄緑色に着色している。カキ浸出液は濃い黄緑色である。

波 山 浦：生肉外表面全域が薄い黄緑色である。浸出液も黄緑色である。

臼 ケ 浦：波山浦とほぼ同じである。

音戸(アジワ島)：生肉の外観は正常である。浸出液は薄い黄緑色である。

以上の観察のうち，浸出液の着色について記述の無い所は，浸出液の着色が極めて薄いか，もしくは着色していないことを意味する。また，カキ生肉外表面に薄い緑色や黄緑色を帯びているものがあるが，これは着色カキと呼ぶほどの濃い色ではない。ただ，阿多田島，可部島，地御前の海域から取り上げられたカキにみられる，生肉外表面の赤い着色は，その色も濃く，着色カキであるといえる。したがって，これらのカキは，黄変カキだけでなく，別の種類の着色カキでもあるといえる。また，浸出液の色の濃いのは，呉湾から広島市沿岸にかけての海域であることがわかる。

色素の吸収曲線　カキ浸出液の色の濃い呉市吉浦地先のカキ消化盲のう抽出液の吸収曲線は，図1に示したように，約335 nm の大きなピークと，460nm 付近に小さなピークがみられる。一方，浸出液が着色しない当場のカキ消化盲のう抽出液では，460 nm 付近のピークは極めて小さかった。このことから，黄変カキの色素は，460 nm 付近にピークを

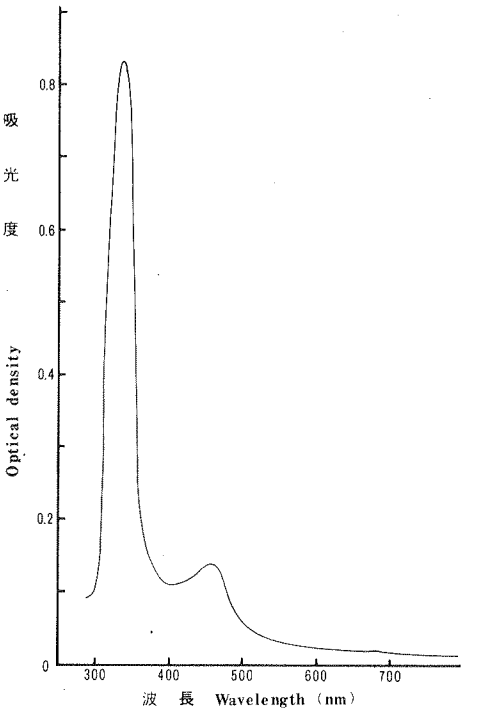


図1. 黄変カキ色素の吸収スペクトル．カキ消化盲のうを，水・エタノール（1：1）を加えてホモジナイズし，遠沈した。

Fig. 1. Absorption spectrum of the pigment in yellow oysters. Pigments were extracted by homogenizing digestive diverticula with water and ethanol (1:1) and this mixture was centrifuged.

持つことがわかった。それで，カキの取り上げ調査を行った13カ所のカキと吉浦のカキとの計14カ所のカキ消化盲のう抽出液の吸収曲線を調べ，このうち400－600 nm の吸収曲線を比較して図2に示した。図2をみると，約460nm のピークの他に420 nm 付近にもピークがあり，約460nm のピークが大きいと，420nm 付近のピークは460nmのピークと一緒になってしまうことがわかる。この2つのピークの関係から，吸収曲線の形は大きく3つに分別することができる。すなわち，460 nm 付近に大きなピークのみられるⅠ型，460nm 付近にピークはあるが，あまり大きくないⅡ型，460nm のピークよりは420nm 付近のピークの方が大きいⅢ型である。これを，養殖漁場別に示すと次のようになる。

Ⅰ型：吉浦，大柿（引島），波山浦，臼ケ浦，江波，津久根島，峠島，音戸（アジワ島）

Ⅱ型：地御前，切串，似島

Ⅲ型：阿多田島，可部島，三高

この吸収曲線の形による分別と，生肉の外観及び浸出液の色の調査結果とからみると，Ⅰ型が黄変カキの主な発生海域と一致することがわかる。Ⅲ型は，黄変カキ及び別の種類の着色も併せてもつ着色カキか，或いは正常に近いカキであると考えられる。

この吸収曲線から，大まかな黄変カキ色素の量的関係を算出してみることにした。この吸収曲線は，約460 nm のピークの他に，約420 nm にもピークがみられるので，460 nm のピークのベースラインとしては，420 nmのピークによる影響を差引かなければならない。図3に示したように，吸収曲線の420 nm と520 nm とを直線で結んでベースラインとし，

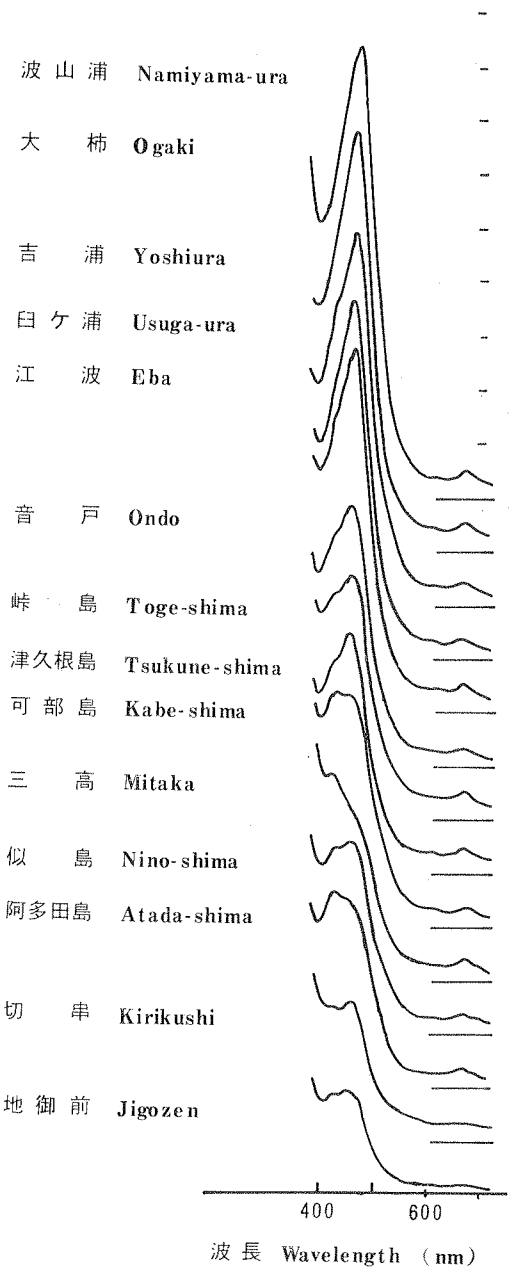


図2. 広島湾内各地産カキ消化盲のう色素の吸収スペクトルの比較，色素抽出法は図1と同じ

Fig. 2. Comparisons of the absorption spectra of the pigments in the digestive diverticula of the oysters from various parts in Hiroshima Bay. Pigments were extracted with the same procedure as in Fig. 1.

このベースラインからの460nm のピーク高hが，この黄変色素によるピークであるとした。この色素抽出には数グラムの消化盲のうを用いているので，この吸光値hを抽出に用いた消化盲のうの重量（g）で割って1g当たりの吸光値に換算して，各地区の値を出した。そして，最も値の高かった大柿（引島）の値を100として，各地区の値を割合で出し，これを円形図表で示したのが図4である。

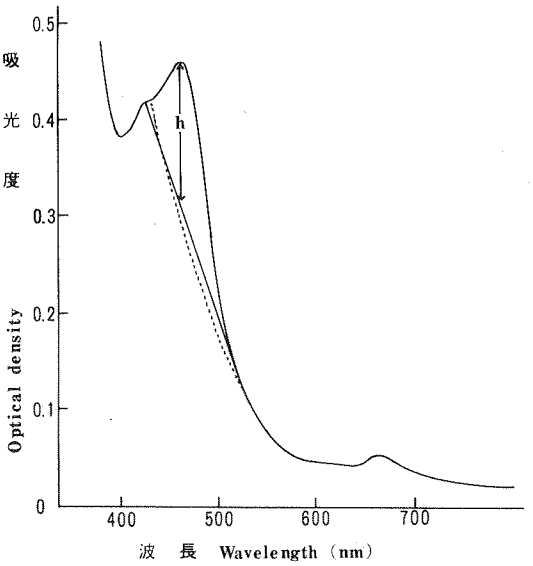


図3. 黄変カキ色素による約460 nmのピーク高(h)の算出，詳細は本文参照

Fig. 3. Measurement of peak-height(h) at abut 460nm of pigments in yellow oysters. For explanation, see text.

以上の測定結果は黄変カキ色素を分別定量しているわけではないので，正確にはいえないが，カキ浸出液の着色程度の大体の海域的傾向はつかめると思う。図4からみると，呉湾が最も色が濃く，次いで広島市沿岸海域の色が濃い。広島湾北部海域では，南にゆくほど色が薄くなる。三高は，ほぼ正常なカキであると考えられる。

原因プランクト調査　胃の内容物，えらに付着しているプランクトン，海水中プランクトンの三つについて調べた。

浸出液がかなり濃く着色することから考えると，この原因がカキに摂食された植物プランクトンの色素に由来するものとすれば，カキの胃の中には，このプランクトンが多数集められているはずである。このような考えから，カキ胃の内容物を検鏡した。しかし，これまでの胃内容物調査[3]と同様に，形のはっきりしたプランクトンはあまり見られず，着色原因プランクトンを見出すことはできなかった。

黄変カキのえらを見ると，薄い緑色を呈している所がある。この部分を切りとって検鏡すると，さい糸に沿って多数の，同じ種に属すると思われるプランクトンが集められているのが観察された（図版Ⅰ）。このプランクトンは，その形からみて，*Gymnodinium* 属ではないかと考えられた。しかし，いずれのプランクトンも，その形が無傷ではなく，種の査定はできなかった。

海水中のプランクトン調査は，2月9日に，浸出液の着色の濃かった大柿町引島海域の表面海水を汲みとり，水産試験場に持ち帰って検鏡したが，黄変カキの原因をなすと思われるようなプランクトンはみられなかった。2月12日に，呉湾の表層海水を採水したものからも，黄変カキの原因と考えられるようなプランクトンはみられなかった。2月17日にも，再び呉湾で表面海水を採水して検鏡した。このときには *Gymnodinium* が認められたが，その数は1㎖当たり1個程度

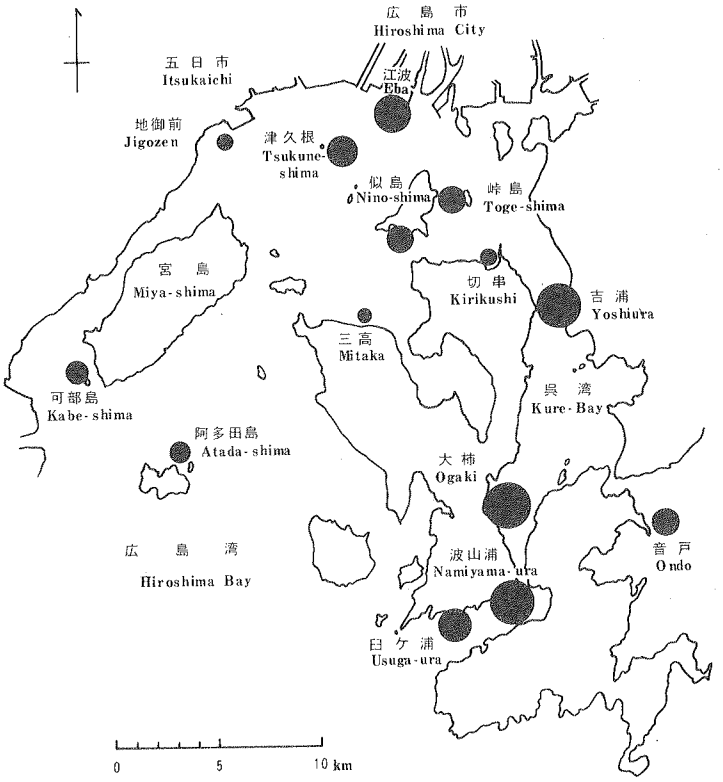
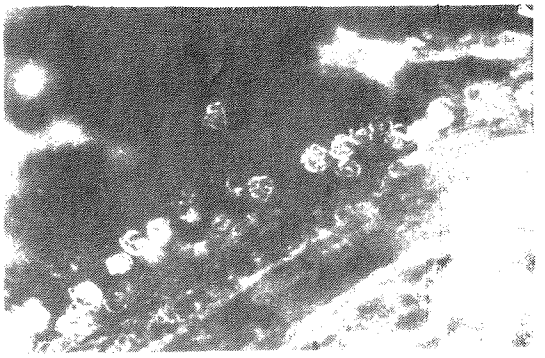


図 4.　広島湾内カキ消化盲のう黄変色素量 h の比較

Fig. 4. Comparisons of "h" in Fig.3 obtained from absorption spectra of the pigments in digestive diverticula of oysters from various parts in Hiroshima Bay.

と極めて少なかった。結局，カキの胃内容物検査，えらの検査，海水のプランクトン調査からは，黄変カキの原因プランクトンと考えられるようなプランクトンを見つけることはできなかった。



図版 1.　黄変カキのさい糸に沿って集められているプランクトン

Plate 1. Plankton retained on the gill filamments of yellow oyster

考　　察

着色カキの発生は，かなりの頻度でみられるものであるが，短期間の発生で終ることが多く，経済的被害を受けることもあまりないので，問題にされることは少ないようである。本格的に研究された事例としては，宮城県の赤変カキ[4]ぐらいのものであろう。

着色カキといっても，その色や現われ方などに多くの種類がある。色によって分けるのが一般的であるが，その色の現われ方にも注目する必要がある。すなわち，軟体部のうち，特にえらや体表面が着色するものと，軟体部の外観に異常は認められないが，むき身カキの滲出液が着色するものとである。1958年に広島湾北部の西部海域である佐伯郡沿岸を中心に発生した赤変カキ[5]は，カキのえらが赤くなったものであり，したがって前者に属する。宮城県にみられた赤変カキ[4]は，広島の場合と同じく「赤変カキ」と呼ばれているが，後者に属する。したがって，混乱を招くことになるので，この2つは区別して用いるようにした方がよいであろう。それで，前者を外因性，後者を内因性と，ここでは呼ぶことにする。この呼び方に従うと，今回の黄変カキは内因性黄変カキということになる。

内因性黄変カキは，今回が初めての発生ではない。聞取り調査からも明らかなように，短期間ではあるが毎年発生しているようである。特に1974年に，佐伯郡沿岸に発生した内因性黄変カキは，かなり滲出液の色が濃かった。その後は大発生はなかったが，今回の内因性黄変カキは，その発生範囲，色の濃さからいっても最大のものであった。また発生期間も長期にわたり，1月下旬頃から発生をはじめ，2月が最盛期となり，3月に入って次第に消滅していった。滲出液の色が特に濃かったのは，呉湾と広島市沿岸の養殖漁場から取り上げたカキであった。切串から三高にかけての海域から取上げたカキの滲出液は色が薄かった。また，佐伯郡沿岸から取り上げたカキの滲出液は色も薄く，佐伯郡五日市町では，1974年の方が滲出液の色が濃かったというのは，五日市に限って言えば，正しいといえよう。

広島県下で著しい着色カキが発生したのは，1958年の外因性赤変カキ[5]と，1974年の内因性黄変カキ，それに今回の内因性黄変カキの3回である。このうち，前2回は広島湾北部の西部海域で発生したものであり，今回のように，広島湾北部海域全域で発生したことは，過去に例のないものであった。

着色カキが発生したときに一番困るのは，着色色素の抽出をどのような方法で行うのが良いかということであろう。1974年の内因性黄変カキが発生したときも，むき身カキ滲出液からエチルエーテル，クロロフォルム等を用いて色素を抽出しようと試みたが，これらの溶媒に溶出しないため，抽出できなかった。今回は，内因性赤変カキの色素抽出法を参考にして色素抽出を行い，吸収曲線をみたところ，約460nmに吸収のピークがみられたので，このピークの高さから発生の著しい所，色の薄い海域などの検討を行うことができた。この黄色色素の性状についての研究は，東北大学農学部奏満夫教授に依頼している。その研究の結果，色素の抽出法については，図5のように示して頂いた。参考までに，ペリジニンによる内因性赤変カキの抽出方法も，併せて記載しておく。

着色カキが出現した場合，その色素が内因性黄変カキ色素，或はペリジニンと明確な場合には，図5の色素抽出方法に従って処理すればよい。しかし，一般的には色素の種類が不明であるから，対応に困ることになる。それで，以下に示すような色素抽出法を考えている。内因性着色カキの場合には，色素が水溶性となって滲出してきているので，まずカキ軟体部又は消化盲のう部を水

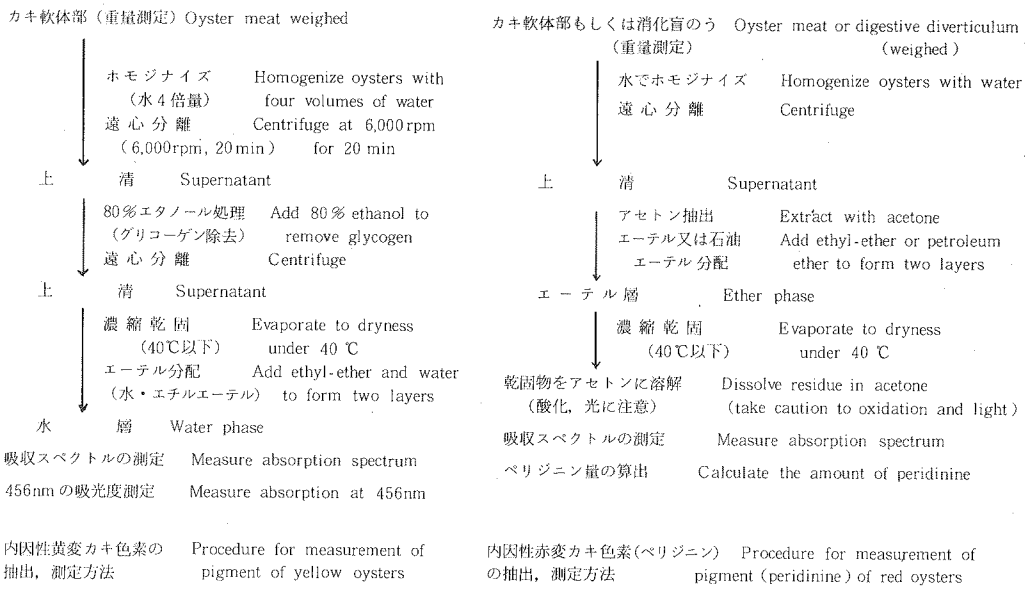


図5. 着色カキ色素の抽出方法，東北大学奏満夫教授より教示して頂いた

Fig. 5. Procedures for extraction of pigments in discolored oysters, which were given by Dr. Mitsuo Hata of Tohoku University.

でホモジナイズし，遠心分離する。その後はカロチノイドの抽出法[8]にしたがって，上清水をエタノール，メタノール，アセトンなどの親水性溶媒で処理し，これにエーテルを加えた後，水を加えて二層に分離する。各々の層は無水硫酸ナトリウムで脱水した後，減圧下で溶媒を除く。これは，カロチノイドの一般的抽出方法ではあるが，クロロフィルも同時に抽出される。BOON[9]は，この方法で内因性赤変カキの色素を分析している。また，この方法は，図5に示した内因性黄変カキ色素の抽出法とほぼ同じであり，まずこの方法で，着色カキ色素の第一段階の検討を行うのがよいと考えられる。

カキえらが一面に着色したり，カキ滲出液が著しく着色する原因が，植物プランクトンの色素に由来する場合には，着色が著しいことから考えると，着色原因となる植物プランクトンは海水中に多数存在しているものと考えられる。したがって，カキ着色の著しい海域の海水を採水し，検鏡するだけで容易に着色原因プランクトンを見つけることができるように考えられる。しかし，実際には，このような方法で原因プランクトンを解明することは極めて困難である。外因性赤変カキ発生のときの調査[5]でも，原因プランクトンを見つけるのに何度も調査しなければならなかった。宮城県の内因性赤変カキは，*Prorocentrum micans* が原因とされているが，冬に発生する同じ内因性赤変カキについては，まだ原因プランクトンはわかっていない。[4] 今回調査を行った内因性黄変カキも，カキえらには，着色の原因ではないかと考えられる同じ大きさの，同一種類と考えられるプランクトンが多数みられるのに，海水中のプランクトン調査では，このプランクトンを見つけることはできなかった。採水した海水中のプランクトンを篩で大きさによって分けこれを濃縮して検鏡するのがよいかもしれない。逆に，採水した海水を検鏡したときにみられる

多くのプランクトンは，カキえら上に見かけることは少ない。このようなことは，カキの摂餌という面からも重要な問題であり，調査検討する必要がある。

なお，この内因性黄変カキが消滅した1981年3月に，内因性赤変カキが発生した。冷凍カキを解凍すると滲出液が赤くなり，不評をかった。さらに1981年10月に，地御前のカキ種苗をむき身し，胃の部位を針で刺すと赤い汁が出てきた。このように，着色カキは，発生の頻度は高いものである。

末尾であるが，本調査の聞取り調査，カキ採集に協力して頂いた広島・呉両農林事務所の水産業改良普及員に深謝の意を表します。また，この調査には当場研究員の協力を得た。

要　　約

1. 1981年冬季に，カキ軟体部の外観は異常が認められないが，カキの滲出液が黄色或は黄緑色となる黄変カキが発生した。
2. 発生海域は，広島県の主要カキ養殖漁場である広島湾北部海域一帯であり，特に呉湾と広島市沿岸の海域で取り上げたカキの滲出液の色が濃かった。
3. 発生時期は，1981年1月下旬から発生しはじめ，2月が最盛期となり，3月に入って消滅した。
4. 黄変カキ色素は，約460nmに吸収の極大がみられた。
5. 黄変カキの発生原因については，なお不明である。
6. 着色カキ色素の処理方法について考察を加えた。

文　　献

1）奏満夫・奏正弘・阿部幸子：*Prorocentrum micans* および赤変カキの色素について．宮城気仙沼水試昭和51年度指定調査研究総合助成事業報告書，29－34，1977.

2）奏満夫・奏正弘：赤変カキの色素について ―PCPの性質と単離の試み―．宮城気仙沼水試昭和52年度指定調査研究総合助成事業報告書，13－16，1978.

3）GALTSOFF, P. S.：The American oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin. Fish. Bull. 64, 1－480, 1964.

4）宮城県気仙沼水産試験場：指定調査研究総合助成事業（昭和51年－53年の三カ年のとりまとめ）報告書　赤変カキ　ワカメあなあき病），1－27，1979.

5）広島県水産試験場：赤変カキについて．水試だより No. 68, 1959.

6）羽田良禾：カキ着色とプランクトンとの関係．鈴峰女子短大研究集報，第6集，自然科学編，85－91，1959.

7）MORITA, R. Y.：An incidence of pink oysters in Galveston Bay, Texas. Publ. Inst. Marine Sci., Univ. Tex. 5, 163－164, 1958.

8）服部明彦・藤田善彦：藻類実験法（田宮博・渡辺篤編），第1版，南江堂，東京，1965，pp. 287－295.

9）BOON, D. D.：The red pigment in discolored oysters and soft-shelled clams from the Chesapeake Bay. Chesapeake Sci. 13, 334－335, 1972.