

下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源の変動

誌名	静岡県水産試験場研究報告 = Bulletin of the Shizuoka Prefectural Fisheries Experiment Station
ISSN	03863484
巻/号	15
掲載ページ	p. 19-30
発行年月	1981年3月

静岡水試研報 (15) : 19—30, 1981
Bull. Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stn. (15) : 19—30, 1981

下田市田牛地先における磯焼け現象と アワビ資源の変動*

河尻正博・佐々木 正・影山佳之
(伊豆分場)

Extensive Deterioration of the Ecklonia Kelp Stands and
Death of the Plants, and Fluctuations in Abundance of
the Abalone off Tōji, Southern Izu Peninsula.

Masahiro KAWAJIRI · Tadashi SASAKI ·
Yoshiyuki KAGEYAMA
(Izu Branch)

ま え が き

下田市田牛地先は、静岡県の代表的なアワビの漁場であり、古く1889年以來の漁獲規制の歴史があり、1964年以降はより進んだ漁獲管理が行われてきた¹⁾。その結果、アワビの漁獲量は、1964年の3.5トンから1971~74年には9.3~11.5トンへと増加した。

ところが、1975年の夏以來、静岡県沿岸各地でカジメの枯死が目立ち、田牛地先でも、1975年8月にはカジメの枯死が確認された²⁾。以後アワビ、サザエ漁獲量の減少が起り、1977年2月の漁期に入って、その年のアワビ漁は全面休漁となった。

「磯焼けケナル称呼ハ素ト静岡県伊豆東岸ノ方言ナルガ現今一般ノ称呼トナレリ、此現象ヲ惹起セル海底ハ種々ノ海藻其跡ヲ絶チテ磐面白色又ハ黄色ニ変ジ唯ダ馬尾藻科ノ某種其他小数ノ海藻ノミ僅カニ点々トシテ残留スルノミ。随テ海藻群中ニ住セルニび、あはび等ハ共ニ其影ヲ潜メ放卵ノ為メニ来ルトコロノ磯付魚類モ亦去テ其居ヲ他ニ求ム。斯クシテ沿岸ノ漁利著シク減少ヲ来タス」。これは1911年の遠藤³⁾による磯焼け現象の定義である。

吉原⁴⁾が収録した田牛のアワビ漁業の記録では、このような磯焼けが何回か起りアワビ漁業に影響を与えている。

本研究では、1975年に始まった田牛地先の磯焼け現象を記録し、1889年以來95年間のアワビ漁業の中で起きた、磯焼け現象およびアワビ資源の変動を関連づけて検討した。また本研究は、漁獲管理によってアワビ資源を増大し、高水準に維持しようとする努力が、着実に成果を

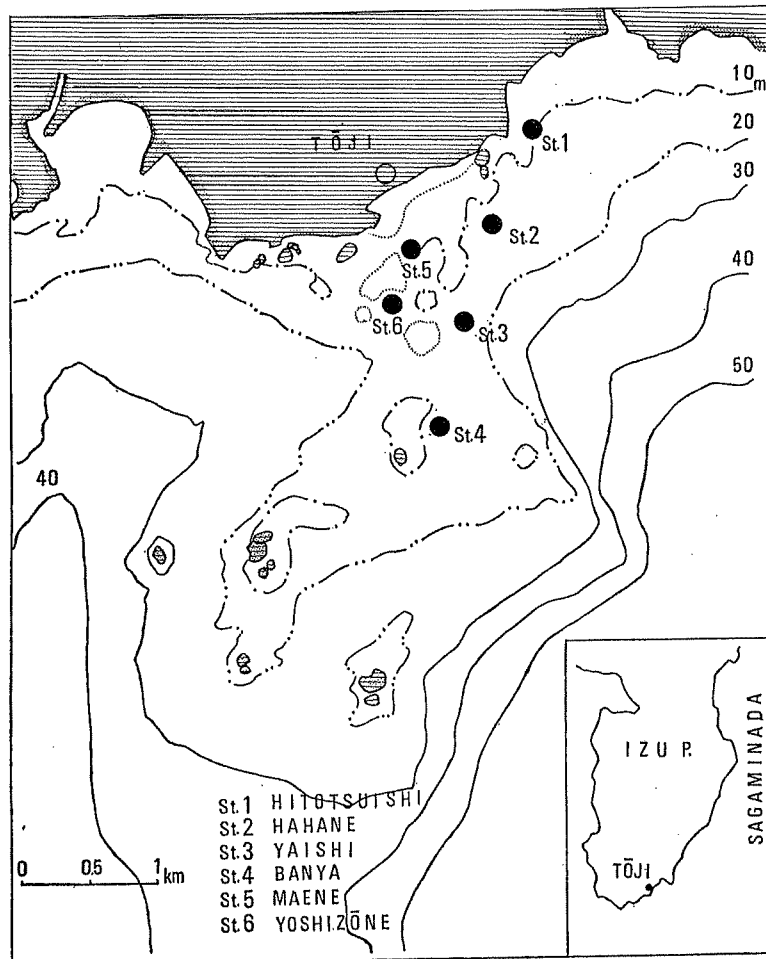
* 静岡県水産試験場伊豆分場研究報告第81号
本研究の概要は昭和53年度日本水産学会秋季大会(清水)において発表した。

あげてきた時点で大打撃を受けた今回の磯焼けの実態把握を通じて、磯焼けを予測する手掛りと、より早く回復させる手だてを見い出そうとするものである。

報告に先だって、調査に協力された下田市漁業協同組合田牛支所の方々に感謝の意を表します。

資料と方法

田牛地先のアワビ漁場は、第1図に示した水深20m線を岩礁外縁とする、およそ7km²の広がりを持ち、岩礁部は起伏の少い平根からなる。1969年における海藻群落は、カジメが漁場全面に繁茂し、他にオオバモク類もみられ、一部にテングサの着生する状態にあった⁶⁾。



第1図 下田市田牛地先のアワビ漁場と調査地点

1977年2月23日、6月8、9日、11月9、10日の3回、第1図に示した水深9~12mのSt.1からSt.6の水域で、カジメ群落およびアワビの状態を、SCUBAにより潜水調査した。

1977年2月上旬に、その年の貝類の漁獲規制条件を決定する会合において、カジメの著しい枯死現象とアワビの死亡が起っていることが問題となり、2月23日に田牛の採貝漁業者と共同

で、アワビの生息状態を St.2 と St.5 で調査した。

6月および11月の調査時に、各調査地点では、その水域を代表するような25mのライン調査と、坪刈りを行い、カジメの個体数、重量(根部を除く)および幼体(0歳群のみ)と成体の組成を測定した。また生息アワビを計数し、標本を採集し、殻長、体重および軟体部の105℃、48時間乾燥重量を測定した。

磯焼け漁場から採集したアワビは、採集直後に水分と体液を滲出し、軟体部が小さく収縮してしまふ。このようなアワビのやせた状態の指標として、次式に示す肥満度 F (Condition Factor) を算定した。

$$F = \frac{\text{アワビ軟体部 } 105^{\circ}\text{C } 48\text{時間乾燥量}}{(\text{殻長})^3} \times 10^3$$

一方で、飼育実験によって、飽食条件、絶食条件および餓死個体が出はじめる状態での肥満度の値を求め、野外でのアワビの状態を判断する基準とした。

また、田牛における95年間のアワビの漁獲量変動とカジメ群落の盛衰の記録⁴⁾、黒潮の大蛇行の記録⁶⁷⁾、水路部の海洋速報、および下田における伊豆分場の定置水温の記録(1959年～1978年)を用いて、磯焼け現象の歴史、黒潮の大蛇行、黒潮の離接岸および沿岸水温との関連について検討した。

結果および考察

1. 1975年に始まった磯焼け現象の記録

伊豆分場の調査記録²⁾と採貝漁業者の聞き取り調査によると、今回の田牛の磯焼け現象は、1975年の夏に始まった。

田牛のアワビ漁業は毎年2～4月にヘルメット式潜水器、7～9月にマスク式潜水器によって操業している。1976年の漁期は例年どおり操業されたが、漁業者の報告では、地先のカジメ群落の枯死現象は、沖合漁場から沿岸漁場へと進み、夏以降アワビもやせて死亡個体が出現しはじめた。

1) カジメ群落の枯死現象

1977年の6月と11月に第1図に示した6調査地点のカジメ群落を調査した。調査結果から田牛地先の岸から沖合2.2kmまでの、カジメ群落の生育状態を第2図に模式的に示した。黒丸はカジメが枯死し、まったく生育していない状態を示し、白丸は順調に繁茂していることを示す。

6月に、最も沖合の St.4 では、群落がまったく消失し、カジメの根部さえも残っておらず、幼体も1本も生育していなかった。ただ一面の岩礁と転石が続き、まれにシロヤハズ、キントキ、マクサが残存する、大型海藻のない、アワビの死骸の散見される海であった。

カジメの成体群落は、岸に近い St.2, 5, 6 の漁場でかろうじて出現し、この水域でも沖側では枯死した個体が多く、茎または根部のみ残存しており、成長点をこえて、茎の中間まで流失し、長短の茎の林立する海底の様相(写真1-A)を呈していた。一方、この水域から岸に向うほど、カジメ群落は生気を増して、最も岸側の St.1 では、成体の群落はすこぶる順調に生育していた(写真1-B)。

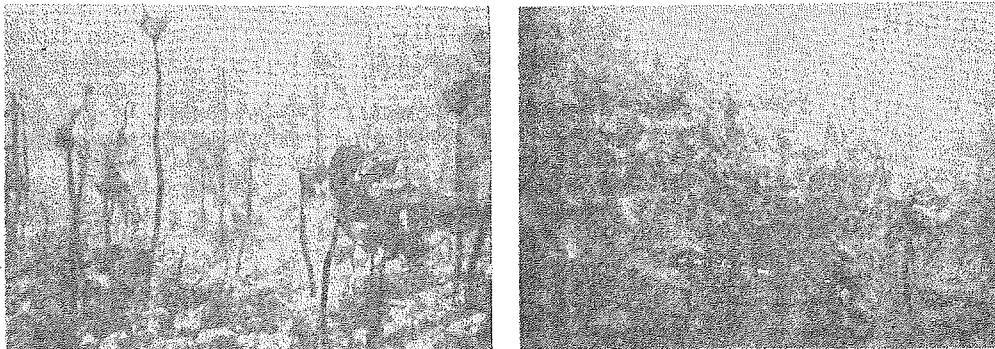
また、幼体は最も沖合の St.4 を除く水域に着生し、6月の調査時点では順調に生育していた。St.2, 5, 6 の水域では、枯死し、茎だけとなった群落の下部1m²の区画に、平均14本から31本、多いところでは68本から100本以上の幼体が生育し、St.3でも4.2本/m²の着生がみられた。

STATION		St. 1	St. 2 (5,6)	St. 3	St. 4
DISTANCE OFF SHORE (KM)		0.2	0.7-1.0	1.5	2.2
CONDITION OF ABALONE		○	● F=12 6	●	●
CONDITION OF ECKLONIA	A D U L T	○	●	●	●
	Y O U N G	○	○ → ●	○ → ●	●
	STANDING (JUN.)	7,649	4,970	871	213
	CROP (g/M ²) (NOV.)	7,974	4,327	742	182

○ fat·thick, ● lean·thin, ● death·withering

$$F = (105^{\circ}\text{c}, 48\text{hours, Dry Weight}) / (\text{S. L.})^3 \times 10^3$$

第2図 田牛地先のカジメ群落とアワビ資源の状態
カジメの枯死現象とアワビの斃死現象を模式的に示した。(1977年)



A (ST-2)

B (ST-1)

写真1. 凋落し、一部枯死したカジメ群落 (A) と繁茂する群落 (B)
(1977年2月23日調査)

以上のようなカジメ群落を現存量で示すと、St.1では7,649g/m²もあるのに、枯死した成体カジメの出現するSt.2, 5, 6の岸側では4,970g/m²と少なく、その沖側では非常に少なくなって、871g/m²であった。さらに成体のまったくないSt.3では、わずかに213g/m²であった。

カジメの生育量は6~8月に最大となり、9月から12月が凋落期である⁸⁾ところから、発芽した幼体が凋落期をへて生き残り、順調に生育するか注目された。第2図に示した11月の調査結果では、現存量はほぼ6月と同じであったが、模式図に矢印で示したように、St.2, 5, 6の沖側やSt.3では幼体の多くが枯死し、残存する幼体も葉部の縁辺が黒褐色に変色し、凋落が著しく、やがて消滅する状態にあった。

以上のように、田牛地先のカジメ群落は、沖合ではまったく枯死し、根部も、幼体も生育せず、だんだん沖合から岸側に枯死と群落の消失が進行し、現在では St. 2 の水域を境に岸側のみ元気な群落が残存している。

このような境界域の St. 2 で、一部枯死したカジメからなる群落の現存量と組成を、同時期の他水域の群落の値と共に、第 1 表に示した。St. 2 の現存量は、1977年 2 月 23 日の時点で、

第 1 表 磯焼け漁場 (St. 2) と他水域のカジメ群落の現存量と組成

LOCALITY	COLLECTING DATE	STANDING CROP (g/M ²)			POPULATION DENSITY*	
		TOTAL ㉠	BLADE ㉡	㉡/㉠ %	YOUNG	ADULT
TOJI (St. 2)	FEB., 23, 1977	2,080	540	25.9	68	15
OMAEZAKI (Asane)	MAR., 11, 1977	4,976	2,824	56.8	9	46
OSE (Hinodeura)	APR., 12, 1977	4,762	3,632	76.3	1	16
SUZAKI (Arashidomari)	APR., 14, 1977	10,301	7,372	71.6	4	22

* NO./M²

成体 15 本、幼体 68 本からなる、2080 g/m² であったが、葉部重量はわずかに現存量の 25.9% であった。さらにこの坪刈り地点より沖側の群落では、現存量と葉部重量比はさらに小さな値となり、幼体のみの群落へと移行した。カジメ群落の現存量は、1 m² に 100 本もの幼体が生育していても、大きな値にはならない。御前崎の群落は 2 年生を中心とした群落であり、須崎の群落は 3 年生以上を中心とする群落である。第 2 表で、須崎のカジメ群落は現存量が 10,310 g/m² にも達し、葉部重量比も 71.6% と高い割合を占めている。御前崎や大瀬の群落と比較しても、田牛の磯焼け漁場のカジメ群落は、著しく貧弱で、現存量が少く、葉部重量も少ない。

2) アワビの斃死現象

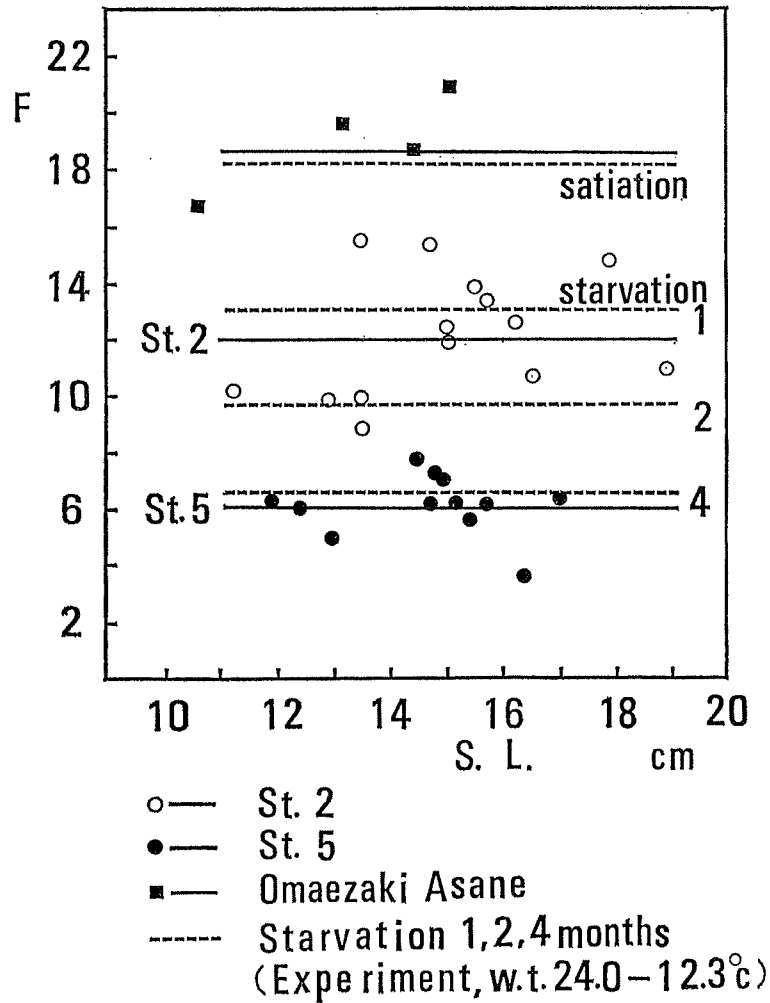
1977年 6 月に第 1 図の 6 調査地点でアワビの生息状態を調査し、その結果を第 2 図に模式的に示した。

調査結果では、沖合の St. 3, 4 では、ほとんどすべてのアワビが死亡し、死殻のみ発見された。さらにカジメ群落の消滅しかかっている St. 2, 5, 6 の沖側の水域でも、多数のアワビが死亡し、生残しているアワビもやせほそって、もはや商品価値のない、死の直前といった状態であった。

とくに St. 5 は、N 型ブロックによる造成漁場で、多数のアワビが生息し、十分な管理のもとに、稚貝の移殖や計画的な漁獲が行われてきたが、そこでも、カジメの消滅した N 型ブロックの間に、多数のアワビの死殻が散在し、生残個体も相当に衰弱し、もはや全滅も間近と思われた。また、St. 2 は禁漁区として管理されており、生息している多数のアワビは、沖側の貝ほどやせていたが、カジメ群落がまだ少いながら維持されているところから、死亡個体はほとんどなかった。

このように、カジメ群落の状態とアワビの状態とは、第 1 表に模式的に示すように、非常によく対応した関係にあり、成体のカジメ群落が繁茂している水域ではアワビも元気に生息し、カジメ群落の現存量が少なく、枯死した個体も出現する水域では、アワビもかなりやせており、カジメの枯死状態がひどくなるにつれて、死亡個体が出現している。

第3図は、カジメ群落のあるところ（白丸：St.2）と、群落がなくアワビが一部死亡しているところ（黒丸：St.5）のアワビの状態を、肥満度Fの値で示したものである。



第3図 磯焼け瀬場のアワビの状態
各点は野外各調査地点でのアワビ個体の肥満度（F）を示し、
実線はその平均値を示す。また点線は飼育条件下で飽食および
絶食条件下におかれたアワビの肥満度の平均値を示す。

St.2のアワビのF値は平均11.9、St.5のF値は6.1である。カジメ群落のない水域のアワビは繁茂する水域の半分以下の、非常にやせた状態にある。St.5のアワビのF値は、多数のアワビが死亡しているところから、アワビの生存する限界の状態を示す値と考えられる。

1977年の9月から翌年の1月にかけて、室内でのポリカーボナイト製の1トン水槽を使った飼育条件下で、アワビを絶食させる実験を行った。水温24.0°Cから12.3°Cへの下降期に2ヶ月間カジメを飽食させたアワビのF値（平均値）と、以後1、2、4ヶ月間絶食させた場合のF値（平均値）を第3図に点線で示した。

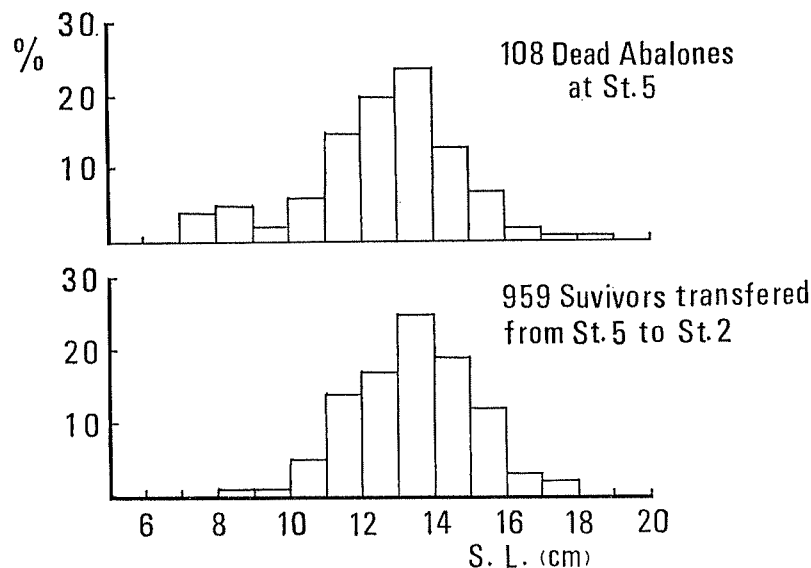
第3図をみると、御前崎の浅根で、豊かなカジメ群落中より採集したアワビのF値は、18.8

を示し、カジメを2ヶ月間飽食したアワビの値と同じであった。また St.2 のアワビは、実験水槽中でちょうど1, 2ヶ月絶食させたアワビと同程度のF値を示し、St.5 のアワビは、4ヶ月間絶食させ、死亡個体も出はじめた状態のアワビと同じF値を示した。

この一連の関係は、田牛のアワビがカジメの消失による餌不足でやせ、死亡していることを示し、1975年以来2年間という長期にわたる磯焼け状態の進行過程で、いかにひどい餌料条件が続いていたかを示している。

田牛の採貝漁業者は、当面の対策として、カジメ群落の枯死した水域の、生残しているがやせたアワビを、カジメのある水域へ可能なかぎり移すことと、沖合水域へのカジメの母藻投入による胞子の散布を行った。

第4図に、1977年3月16日に6隻の船で、St.5 とその周辺水域から、St.2 の岸側へ移殖したアワビ959個の殻長組成と、St.5 における死殻108個の殻長組成を示した。移殖した貝と死亡した貝の平均殻長は、それぞれ13.9cmと12.7cmで、十分に漁獲サイズに達している。死殻も生残アワビも、いずれも採集できないものが漁場に残ったが、この時点でおよそ10.1%の死亡が起っていると判断された。



第4図 磯焼け漁場 (St.5) で死亡したアワビと生残ってカジメ群落の残存する水域へ移殖されたアワビの殻長組成(1977年3月16日)

以上のように、カジメ群落の磯焼けの進行に従って、磯焼け漁場のアワビ資源も壊滅的な影響を受けた。

2. 1883年以來95年間に起こった磯焼け現象と、アワビの漁獲量変動および黒潮大蛇行との関係

田牛のアワビの漁獲統計⁴⁾には、1900年に「搦布ハ枯凋腐蝕シテ鮑ハ斃死シ貝殻ハ山ヲ築クカ如キ」とあり、1901年には「鮑ハ磯焼けノ為所々ニ寄貝アリ」、1902年には「鮑漁業ハ磯焼けノ為メ停止セリ。時期ヲ待ツ外ナシ」と、磯焼け現象の記録があり、それにアワビの不漁の記録がつづいている。

このような磯焼け現象を、アワビの漁獲量変動と関連づけてひろい出し、黒潮の大蛇行期との関係について検討した。

1) 磯焼け現象とアワビの漁獲量の変動

田牛におけるアワビの漁獲量の記録を対数目盛で表示し、95年間の漁獲量の変動を第5図に示した。

不漁年を強調した変動グラフには、1902年と1908年、1935年から38年の間、および1977年と78年の大きく3グループに分けられる大きな漁獲量の谷がある。古くから漁獲管理にとりくみ、盛んにアワビ漁業を営む漁村で、年漁獲量が1トン以下に落ち込み、休漁しなければならぬような事態にたちいたることは異常である。

前述のような、1902年前後の磯焼けの記述につづいて、1935年、1936年についても「鮑ノ食量タル藻類ノ成育不良」、「沿岸における搦布ノ繁殖カハ稍恢復シタルモ中海ヨリ沖合ニカケテハ尚不良ナリキ」と、磯焼け現象が記録されている⁴⁾。これらの磯焼け現象の記録は、第3の谷に相当する今回の磯焼け現象の特徴と、多くの類似点を持っている。

このように過去の3回の、アワビ漁獲量の大きな谷は、それぞれ、1900年から1902年、1934年から1938年、および1975年から1978年におこった、磯焼け現象によるもので、第5図に黒点の帯で示した。なお、1908年の漁獲量の谷は乱獲の調整のため休漁とした状況があり、かつ赤潮の来襲によるアワビの斃死によって起ったとされている。

一方、95年間におこった著しい漁獲量の山は、いずれもカジメの繁茂、群落の拡大とともに起っている。1891年の山、1919年の山、1942年の山、および1958年の山で、1910年以降1970年までに10トン以上の漁獲量を記録したのは、この3回の山のみである。また最近の1972年から1976年にかけて、漁獲量10トン以上の年が5年間も続いていることは、1969年に記録されたカジメの繁茂条件の他に、強化された漁獲管理の成果として注目される。

2) 磯焼け現象と黒潮大蛇行との関係

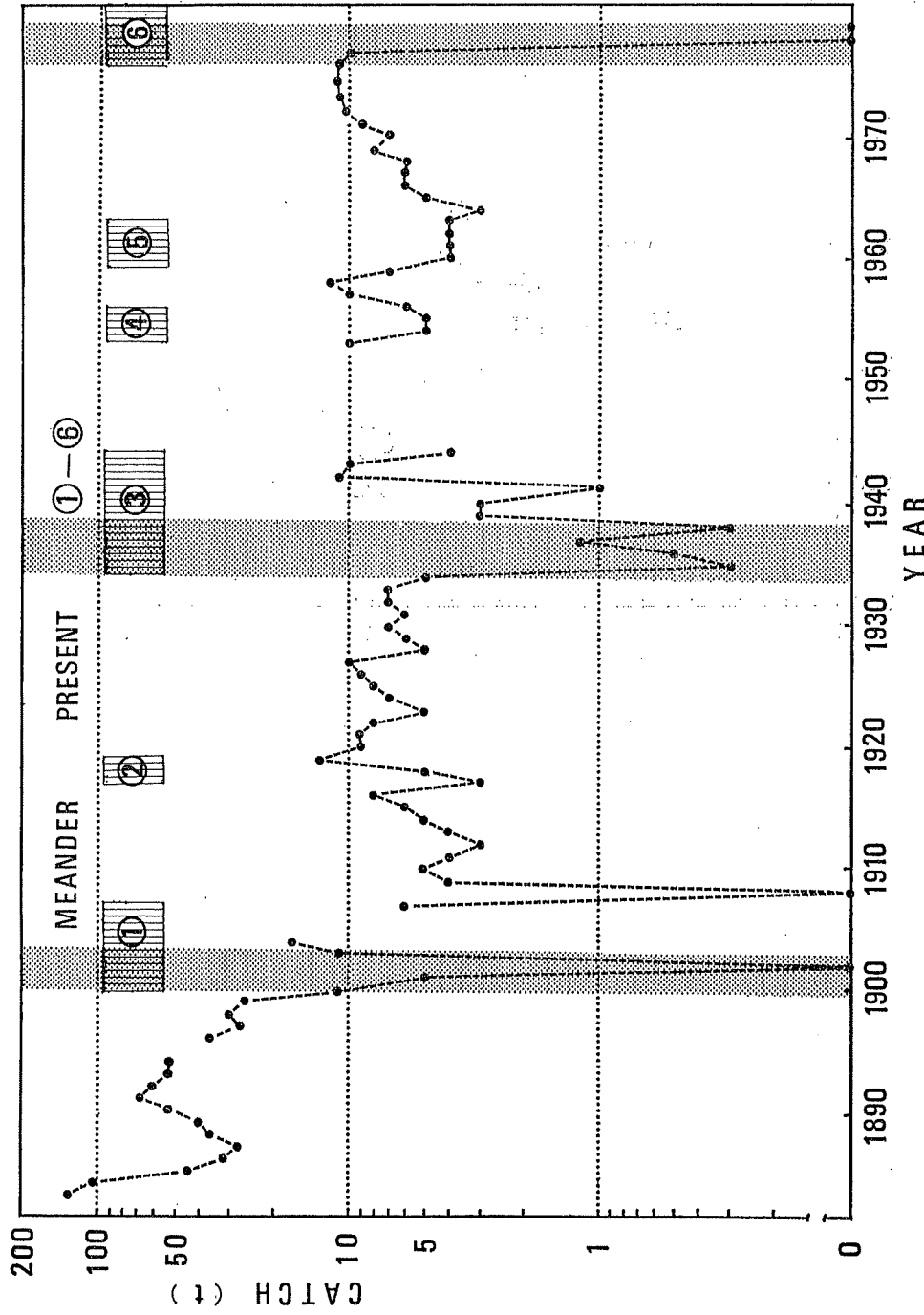
宇田⁶⁾ (1978) および岡田⁷⁾ (1978) の黒潮大蛇行 (大冷水塊の発生) の記録によると、1900年以降6回の大蛇行が起っている。

第1回目は1900年から1907年 (8年継続) (宇田) と、1906年から1912年 (7年継続) (岡田) であり、両者は一部重なるがずれている。第2回目以降は発生年次はまったく一致しているが、消滅年次には2、3年の幅がある。ここでは両者の値から短い方をとって、大蛇行期をそれぞれ次のように考え、第5図に期間を示した。

- 第1回目 (8年継続) : 1900年から1907年
- 第2回目 (3年) : 1917年から1919年
- 第3回目 (12年) : 1934年から1944年
- 第4回目 (3年) : 1953年から1955年
- 第5回目 (4年) : 1959年から1962年
- 第6回目 (6年) : 1975年から1980年

以上6回の黒潮の大蛇行期のうち、とくに大蛇行が長期におよんだ、第1回、第3回および第6回の期間中に、ほぼ大蛇行の発生と同年次から、前述の3回の磯焼け現象が起っている。また、1959年から始まった第5回の大蛇行期にも、御前崎の御前礁を中心にカジメの枯死現象が起り、アワビがやせるという磯焼け現象が記録されている⁸⁾。

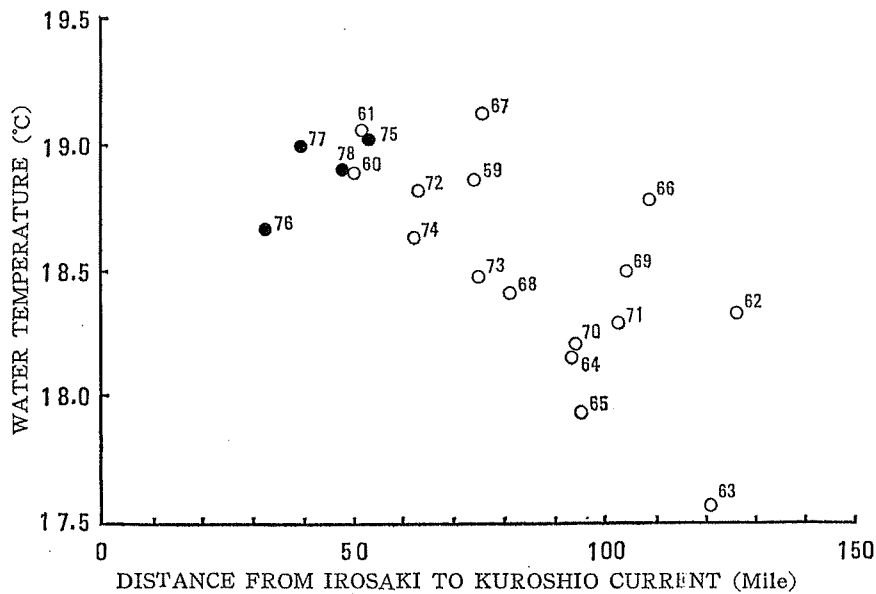
このような黒潮の大蛇行と磯焼け現象との関係は、第5図に示した田牛のアワビ漁獲量の変動傾向にも反映され、大蛇行の発生と磯焼け現象の発生につづく、1、2年後に、漁獲量が最



第5図 田牛地先における磯焼け現象、アワビ漁獲量の変動と黒潮の大蛇行期
大規模な磯焼け現象の期間を黒点の帯で示した。

低になり、休漁が起っている。また、第2回、第4回、第5回目の大蛇行期にも、それぞれ1920年からの漁獲量の減少、1954年からの減少、および1959年からの減少が関連しているように思われる。いずれも期間が短かったために、大きな減少には至らなかったと考えられる。

第5回と第6回目の黒潮大蛇行期を含む最近20年間の、石廊崎から黒潮流軸までの距離の年平均値と、下田市白浜の定置水温の年平均値との関係を第6図に示す。



第6図 石廊崎から黒潮流軸までの距離と沿岸水温の関係
数字は年を示し、黒丸は1975年からの磯焼け現象の期間を示す。

1960年と1961年、および1975年から78年の4年間は、この20年間では著しく黒潮が接岸し、平均水温が高めに経過している。これは第5回と第6回目の黒潮大蛇行期に相当し、黒潮の接岸による水温の上昇が明確に認められる。以上のことから、磯焼け現象は、沿岸の高水温とその継続が、重要な要因の一つとなって起っていると考えられる。

海藻群落の磯焼け現象とその原因については、カリフォルニア沿岸の巨大褐藻、マクロシスチス (*Macrocystis*) に関する NORTH¹⁰⁾ の研究がある。NORTH は、巨大褐藻の磯焼け現象をひきおこす有害要因として、台風などによる波浪、20°C以上の高水温、湧昇流の減少や期間の短縮による硝酸塩などの欠乏、光や空間に対する生物間の競争、ウニなどによるグレイジング、コケムシなどによる外皮形成、さらに病気や老衰などをあげ、これらを物理的要因、化学的要因、および生物的要因に大別した。そしてこれらの要因は相互に関連して磯焼けを起すが、夏期の高水温による著しい凋落を端緒として始まったり、湧昇流の減少による栄養塩の欠乏が大きな要因として働くことを指摘している¹¹⁾。

以上に示した6回の黒潮大蛇行が、それぞれどのような経過で継続し、伊豆半島先端の田牛地先の海況に、どんな変化が起ったのか、直接カジメの枯死現象をひきおこした要因は何か、いずれも検討課題として残っている。

また、第6図で、平均水温が最も低い1963年は、黒潮流軸の南偏と親潮勢力の強化によって、関東近海でも異常冷水現象が起り、魚類の斃死が報告されている¹²⁾。このような黒潮の挙動と沿岸水塊の関係には不明の部分が多く、今後沿岸の海洋学的特性が解明されることが、沿

岸の重要資源の変動を考え、漁獲管理を進める際に重要な意味を持っている。

田牛のアワビ漁業は、1934年から現在までの47年間のうち、合計27年間におよぶ黒潮の大蛇行期を、ごくありふれた海洋環境として注視し、分布の南限に近いカジメ群落の変動に大きな関心をはらうことによって、今まで以上に漁獲管理による資源の有効利用を達成できるであろう。

要 約

下田市田牛地先において、1975年の夏に始まった磯焼け現象を、1977年の2月、6月および11月の潜水調査によって、カジメ群落の枯死現象とアワビ資源の斃死現象として記録した。また、田牛における1889年以来95年間のアワビ漁業の歴史の中で起こった、磯焼け現象を拾い出し、アワビの漁獲量の変動と黒潮大蛇行期との関連を検討した。

結果は次のように要約される。

- 1) 田牛地先における磯焼け現象の大きなものは、1900年から1902年、1934年から1938年、および1975年から1978年の3回ある。
- 2) 1975年に始まった今回の磯焼け現象では、田牛のアワビ漁場のうち沖合から沿岸へとカジメの枯死現象が進行し、岸近くにならずに、繁茂したカジメ群落が維持された。このような水域に生息するアワビは、餌料不足によってやせほそり、多数が死亡した。
- 3) 田牛のアワビ漁獲量には3回の大きな谷があり、1902年前後と、1935年から1938年の間、および1977年と78年である。これらはいずれも前述の磯焼け現象の発生から1、2年後に起こり、多数のアワビが死亡し、漁獲量が1トン以下に減少したり、休漁が起こっている。
- 4) 以上のような田牛における磯焼け現象とアワビ漁獲量の減少は、いずれも黒潮の大蛇行期に起こっている。1900年以降記録されている6回の大蛇行のうち、それぞれ、1900年から1907年（第1回目、8年継続）、1934年から1944年（第3回目、12年継続）、および1975年から1980年（第6回目、6年継続）の3回である。このような黒潮の大蛇行期には伊豆半島への黒潮流軸の接岸と、高い年平均水温の継続が認められる。

文 献

- 1) 野中 忠・伏見 浩 (1972) : 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—X, 田牛地先のアワビ漁獲規制とその効果について, 本誌, (5), 51—56.
- 2) 伏見 浩 (1976) : 磯根資源調査結果と昭和51年度のテングサ作柄について, 伊豆分場だより, (183), 2—6.
- 3) 遠藤吉三郎 (1911) : 海産植物学, PP 748+84.
- 4) 吉原友吉 (1971) : アワビの漁獲統計, 東京水産大学論集, (6), 77—103.
- 5) 野中 忠ほか (1969) : 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—IV, 田牛地先の潜水機によるアワビ漁業, 本誌, (2), 49—57.
- 6) 宇田道隆 (1978) : 魚の豊漁・不漁の歴史, 気象, 22(3), 26—28.
- 7) 岡田正実 (1978) : 黒潮の大蛇行歴 (1854—1977) と潮汐観測, 海洋科学, 1(2), 81—88.
- 8) 岩橋義人 (1968) ; 伊豆半島沿岸のアラメ・カジメの生態的研究—II, カジメの生育量の季節的变化, 本誌, (1), 33—36.

- 9) 静岡県水産試験場 (1962) : 御前崎沖合に於ける被害状況調査報告 (プリント)
- 10) NORTH, W.J. (1979) : Adverse Factors Affecting Giant Kelp and Associated Seaweeds, *Experientia*, 35(4), 445—447.
- 11) NORTH, W.J. (1978) : Progress in Studies of Oceanic Production of Biomass, presented at the Second Annual Symposium on Fuels from Biomass (Conference Proceedings).
- 12) 東海区水産研究所 (1967) : 冷水塊の水産資源の分布消長に及ぼす影響に関する研究, 1—68.