

くろしお

REPORT OF THE INSTITUTE OF THE KUROSHIO SPHERE
KOCHI UNIVERSITY

No. 9

FEBRUARY
1994

高知大学黒潮圏研究所

高知市曙町二丁目 5 - 1

目 次

巻 頭 言	海洋生物教育研究センター長 大 野 正 夫	1
研究ノート	玉 井 佐 一	2
研究レビュー	高知大学農学部生産環境工学科 宗 景 志 浩	4
特別寄稿	Toni Ruchimat and M. Nurhudah	14
特別寄稿	Keerthi Siri GURUGE and Taikou MITUSIO	18
公開シンポジウム		29
ニュース		53
組織及び所員名簿		55
研究員名簿		57
編集委員会から		59



黒潮圏研究所と八年

海洋生物教育研究センター長 大野 正 夫

1993年度中四国大学放送公開講座「黒潮のめぐみ」が、10月から13回にわたって高知大学のスタッフが中心になって実施されました。その講座のなかで、黒潮について多方面から説明がなされ、また黒潮圏、黒潮文化圏などについても詳しく説明がなされました。赤道付近から発生した黒潮の流れはフィリピン沖を通り、奄美大島・九州南岸から四国に接近して北上しています。黒潮の影響を受けているところは日本の太平洋岸の広い範囲にわたりますが、どうして高知県が黒潮をキャッチ・フレーズにするのかという議論も公開講座実施委員会では話題になりました。沖縄・奄美はサンゴ礁域のイメージがわき、鹿児島・宮崎は太平洋に面した部分が少なく、高知は弓形に広がる土佐湾が黒潮を迎え入れるように開いており、黒潮流軸の分流が潮流となって土佐湾に入っています。岸から少し沖へ走ると紺碧の海になることから、黒潮のイメージが高知に相応しいのかも知れません。

高知大学ではもう10数年前に、海洋学部を作ろうという機運が盛り上がり、概算要求までしたが、まだ日本には理学部・工学部といった学部構成の枠が固く、「どうも海洋学部というあいまいな教育研究組織では」という意見もあり、話は進みませんでした。そこでこの機運を消さず、将来に夢を託して、黒潮圏研究所は昭和60年秋に発足しました。その時も組織の名称については、いろいろ議論されましたが、上森千秋先生らが高知大学でつくる海洋関係の組織には、「黒潮圏」を頭につけた方が良く、黒潮流軸の広大な範囲が研究対象になり、陸域や人文分野まで広げた研究分野の組織にということになり、海洋学部より一段と広がった組織に決まりました。少々「ヤケ」の気持もあったのではないのでしょうか。しかし、この人文分野のスタッフの参加は研究所活動に大いに生かされております。黒潮圏研究所は学外からの参加もあるのが特長です。現在42名の方がこの研究所の研究員となっております。研究所の活動として、高知新聞に2つのシリーズ「黒潮のなぞを追う」と「黒潮のめぐみ」の連載がなされましたが、学外研究員の執筆協力もあって好評を博し、単行本になった「黒潮のなぞを追う」は高知県出版文化賞までいただきました。

このようにして、黒潮圏研究所は8年目を迎えております。研究所の活動として、新聞などによる広報活動ともに、研究グループを作って教育研究学内特別経費により研究活動も行い、成果は所報の特別号として公表されています。また、公開シンポジウムは近自然河川工法研究会と共同で、毎年1回高知市内で行われてきました。高知県民に身近な話題を取り上げて、いつも100名前後の参加者をえて盛会を続けております。このような幅広い活動ができたのは、学長裁断と言われる学内特別経費によるものです。しかし、黒潮圏研究所も節目にきた感じがします。今後は研究所独自の収入を得る方法を考えて、活動をもっと活発にし、「高知大学に黒潮圏研究所あり」ということになればと期待しております。最近開かれた大学ということが良く言われますが、この研究所はそのモデルではないのでしょうか。今後は学外研究者（研究員）との結びつきを強くして、さらに活動が大きくなればと思います。

大野正夫 おおの まさお
 農学博士 海洋生物教育研究センター教授
 海洋植物学専攻



研究ノート

カスプとの出会い

玉井 佐一

前の勤務地大阪の研究室での研究テーマが、波の圧力とそれによる構造物の安定性問題に関する研究が主であった勢もあって、私もそれらに関係する実験や調査が多かった。実際の海での調査は専ら大阪湾域から瀬戸内の海が相手であったが、時々和歌山の港湾河や口調査で太平洋の波に接することはあった。

昭和42年7月に高知大学から辞令をいただき、しばらく大阪～京都にいて、昭和43年4月に着任した。早速、桂浜で土佐湾の波に接したが、その時の印象はまさに、「春の海終日のたりのたりかな」の蕪村の句が実感であった。しかし、夏の台風の来襲による激浪は強大で、その感じはまったく打ち消された。前述のように、波の圧力に関する実験的研究が主体であったので、実際の海の激浪による波の圧力の測定に挑戦したが、強大な圧力によって圧力計がぶっ飛び、大失敗に終わった。この詳細は（黒潮と土佐黒潮圏研・高知新聞刊 1994.3）に記載した。

昭和50年代に入ると、土佐湾岸域の港湾・漁港整備、海岸侵食の原因とその防止対策に関する実験研究が多くなった。丁度、土佐久礼漁港の防波堤延長のための模型実験を行っている折、漁港西方の隣接海浜域にきれいな波状の砂浜地形が形成された。当時、私はこのような砂浜地形の形成についてはなにも知らなかった。高知海岸・南国海岸や久枝海岸を見ると、数米から数十米にわたって砂～砂利が篩分けされた波状地形がみられた。このような波状地形はカスプと呼ばれるもので、文献調査を進めると自然地理学や地形学の方面で調査が行われていた。わが国では昭和8年和歌山宇久井海岸で鈴木氏の調査がみられ、外国では今から160年前（1834年）Palmerによって調査され、その後約50編にわたる調査研究がみられた。しかし、カスプの成因説や形成機構に関する研究は様々で決して満足のいくものでなかった。

平面波浪水槽を使って実験を進めていくと、このカスプに二種類のものがみられた。高知海岸のような比較的急勾配（ $1/8 \sim 1/10$ ）の砂浜海岸では、前浜部に波状の間隔（スパン）の短い地形が形成されるのに対し、勾配の緩やかな海浜（ $1/15 \sim 1/20$ ）では、汀線そのものが侵食・堆積によって波状を示すことがわかった。このようなカスプは鳥取の砂丘海岸にみられ、スパンが百米～数百米に及ぶ大カスプである。したがって、これを large cusp と呼び、前者の前浜部に形成される波状地形を beach cusp と名付けている。

さて、このような研究と前後して、土木学会・海岸工学会等で、海浜循環流・離岸流の形成機構

玉井佐一 たまい さいち

工学博士 農学部生産環境工学科

昭和31年3月 大阪工業大学土木工学科卒業

防災水工学専攻

やその特性に関する理論的研究や現地調査, さらに, 実験研究が活発化し, カस्पや三日月型砂州などリズムカル地形の形成機構との関連性が究明され, 学会で多くの議論が行われた。その結果, 例えば, 離岸流間隔と large cusp のスパンとの対応, edge wave および前浜上の sheet flow と beach cusp との関係, さらに海浜および波特性とカस्प形成機構との関係などを明らかにすることができた。

これらを通じて, 砕波帯内の波と流れの不規則な現象の中での規則性のあるカस्प造形について興味ある研究を続けることができた。

赴任当時は漂砂関係など砂の動きを対象とした研究は相似性の問題など, 不勉強で苦慮していたものの, カस्पとの出会いによって, 砂を扱う研究に取組むことになった。それも将来を決める重要な研究テーマになろうとは, 人生はわからないものである。

浦の内湾の水理・水質環境

高知大学農学部生産環境工学科 宗 景 志 浩

I. はじめに

浦の内湾では1965年頃からハマチ養殖が始められ、1980年頃には最盛期を迎えた。しかし、養殖の発展にともなって富栄養化が進行し、水質や底質は悪化の一途を辿った。その結果、夏季には海底部は貧酸素化し、表層部では鞭毛藻、ラフィド藻などの有害プランクトンによる赤潮が頻発している。1988年9月初旬に発生した養殖ハマチやアサリの大量斃死は、当時新聞紙上でも大きく取り上げられ社会的な問題となった。筆者らは、1981年頃から浦の内湾の水理と富栄養化に伴う貧酸素化機構に関する調査研究を続けている。ここでは、主に1987年以降の研究結果の概要をとりまとめた。

II. 浦の内湾の環境¹⁾

2-1 地 形

浦の内湾は土佐湾のほぼ中央部に位置し、井の尻以奥の水面積は約10km²、容積85x10⁶m³、軸長10km、平均幅1.5kmの沈降湾である。図-1によると、湾入部を除けば、湾口から深浦一大

崎線までは流心部でも水深4mと浅く、干潮時には小潮時でも広い干潟が形成される。湾中央部の網掛崎から目の糞付近までは18~20mと深く、それより奥は徐々に浅くなり、湾奥部の中の浦・鳴無では6mである。

2-2 海 況

湾内の水温は気温の上昇に伴って、3月頃から上昇し、成層化が始まる。4月頃から表層水温は急速に上昇し、8月に最高水温28℃に達する。下層の水温は表層よりも1~2ヶ月ほど遅れて上昇し、8月末で最高水温27℃となる。一方、塩分の最高値は2月に見られ、上下層とも34‰である。その後、淡水流入量が増大する8月頃までは上下層とも低下し続けるが、表層の塩分の低下速度が速いため、上下層の濃度差は大きくなる。その結果、4月~8月の期間は水温成層と塩分成層が相補して、きわめて安定した密度成層が形成される。

III. 浦の内湾の水理

3-1 潮汐による海水交換¹⁾²⁾

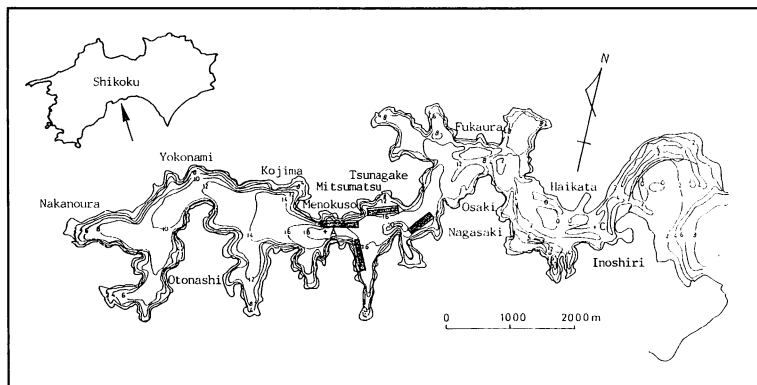


図-1 浦の内湾の地形（数字は水深、■はハマチ養殖域）

湾口部東方7.5kmには一級河川の仁淀川があり、降雨期には多量の淡水と土砂が排出される。湾内潮汐については、湾口部が背後水面積に比べて狭くて浅いこともあって、満潮時は湾外に比べて10分程度、干潮時は40分程度の遅れが見られる。潮差は湾外に比べて4%程度大きく、大潮時で2m、小潮時で0.6m程度である。そして、潮差が1.2m以上の時には、1漲潮時間に湾口海水は網掛崎一長崎線まで流達して、この時の平均流速は50cm/s以上にもなる。湾中部では、背後水面積が小さくなり、水深も深くなることから、潮汐流は高々10cm/s程度と微弱になる。

潮汐流による海水交換の強さを推算した結果を図-2に示す²⁾。潮汐交換率 r は、7月下旬～8月上旬頃0.3～0.25と大きく、10月～12月は0.1～0.05と小さかった。つまり、潮汐による湾内外の海水交換量は、秋冬季の鉛直混合期よりも夏期の成層期が2倍以上大きい。潮汐交換率 r は降雨期には小さく、降雨後の塩分回復期(7月18日～8月3日)に大きくなった。このように、海水交換が夏季に大きくなるにもか

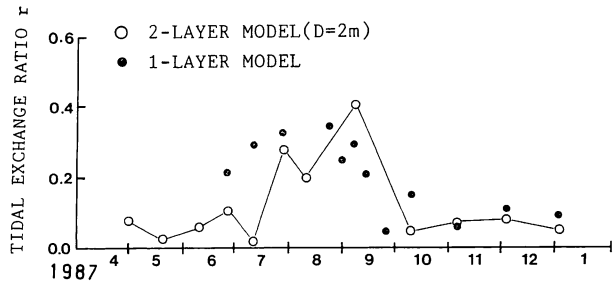


図-2 海水交換率の季節変化

わらず、水質の悪化は著しく進行する。それらの原因を水理・水質の面から解析する。

3-2 湾外水の差込み³⁾

降雨期には仁淀川から多量の淡水が流出するため、湾内外とも塩分は低下する。その後降雨が止むと、湾外は湾内に比べ速やかに高塩分化し、湾内外で密度差が生じて大潮時には密度流が発達する。この時、湾外水が湾内底層へ潜り込む(差し込む)ような塩分・密度・溶存酸素(DO)の分布が形成される。この高密度海水は浮力効果によって湾中部の深部にトラップされ、かわりにそれより低塩・低密度な表層～中層付近の海水が流出する。図-3には差込み前

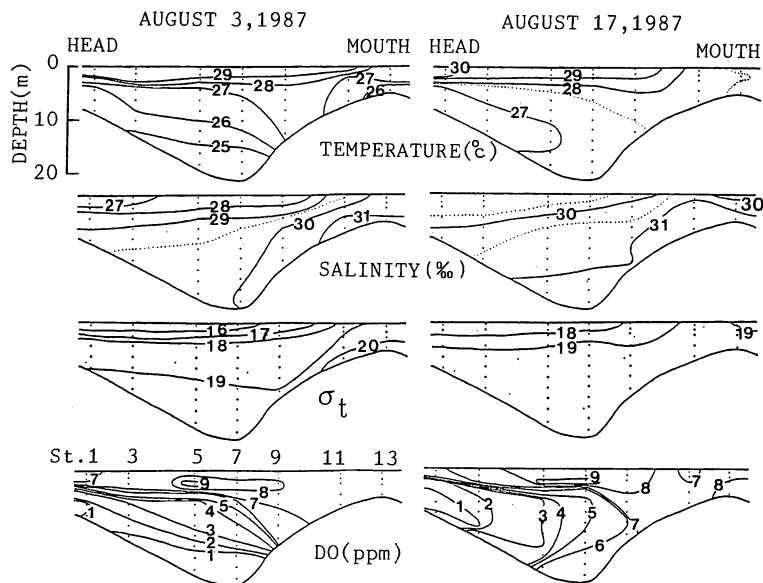


図-3 差込み前(8月3日)後(8月17日)の海洋構造

後の水温・塩分・密度・DOの縦断分布を示した。
3-2-1 差込みによる物質輸送⁴⁾

差込みが生じると、底層部の水質変化は特に大きい。そこで、水面下10m以深底層部の物質収支を推算し、湾外水の差込み量を求めた。底層の海水交換量の季節変化を図-4(a)に示した。差込みによる海水交換量QHは、春冬季には $0.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ と小さいものの、夏季には $2 \sim 3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度に増大する。差込みは大潮時に起こるが、潮汐流のような往復流とは異なり、移流による海水交換が期待できる。いま、成層期の差込み量を $2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ とすると、10m以深の底層海水(容積 $V=161.811 \times 10^5 \text{ m}^3$)を差込みによって交換するには、僅かに3.4日で足りる。一方、鉛直混合による海水交換量 Q_{12} は、春秋季には $3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度に増大し、底層部での成層化が強まる6~7月には $1 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度に減少する。

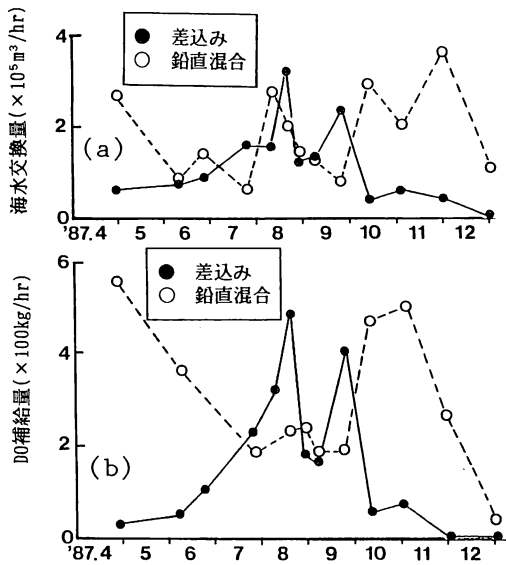


図-4 底層部の海水交換量およびDO補給量

差込みと鉛直混合による底層部へのDO補給量の季節変化を図-4(b)に示した。これらは、いずれもDO濃度差と海水交換量に比例する。1987年6~9月には、差込みによって多量のDOが下層に輸送されるが、その量は春秋季の

鉛直混合によるDO補給量に匹敵する。一方、鉛直混合による輸送は、成層化の始まる5月頃から減少し始め、7・8月には 200 kg/h まで低下する。しかし、夏季には上下層のDO濃度差が大きいため、完全に消失することはない。秋季(10・11月)には 400 kg/h と再び増大する。

3-2-2 差込みによる鉄の巻き上げ⁵⁾

湾外水の差込みが起これば、底層では貧酸素水塊は一時的に消滅するが、上層部では低酸素化と栄養塩濃度の急上昇、海色の黒色化などが見られ、時には鞭毛藻赤潮が大規模に発生することもある。海色の黒色化は硫化鉄(FeS)などの金属硫化物の浮上によると考えられているし、さらに鉄は鞭毛藻プランクトンの増殖刺激物質の一つとも言われており、成層期や差込み期における海水中的鉄の挙動は、内湾域の水質環境特性を知る上で重要である。1992年9月9日から16日にかけて発達した差込みによる輸送量・巻き上げ量等を算定した。鉄とDOの観測結果の一部を図-5に示す。

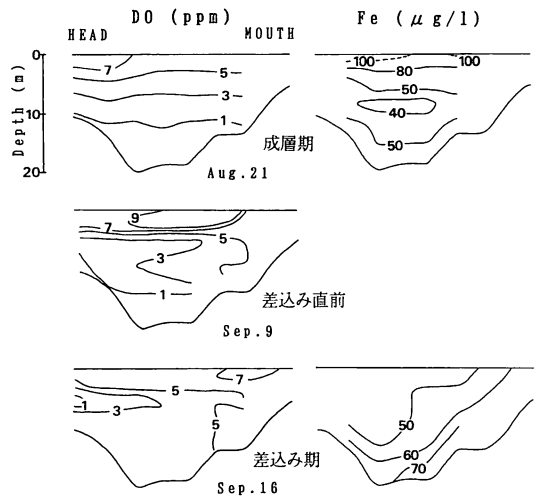


図-5 成層期と差込み期におけるDOと鉄の縦断分布

4m以浅では全鉄濃度は降雨量の増減とよく一致し、降雨時には陸域から多量の鉄が供給される。一方、底層では貧酸素化の初期には可溶

性の鉄が溶出するが、貧酸素化がさらに進行して硫化水素が溶出するようになると、硫化鉄となって沈降する。しかし、湾外水の差し込み期には底層 DO が増加するにもかかわらず、全鉄濃度が減少せず、底泥上の不溶性の $Fe(OH)_3$ が巻き上げられた。湾外水の差し込みが発達した時期の海水の差し込み量は $31 \times 10^4 m^3/h$ と推定され、これにより湾外から供給される DO は $1.00t/h$ 、底泥より巻き上げられる鉄は $1.93kg/h$ となった。

3-2-3 差し込みによる流れと浮遊物質分布⁶⁾

ADCP(ドップラー流速計)を用いて、差し込みの発達した1992年9月10から16日にかけて、流速分布と Relative Backscatter (BS) 分布とを測定し、差し込みに起因する湾内の流れ構造とプランクトンや底泥由来の浮遊物質の挙動を解析した。

上げ潮時には底層で流入、下げ潮時には表層で流出が卓越しており、この特徴は湾中央部の目ノ糞付近まで発達する(図-6)。流れは弱まるものの、憩流時にもこの傾向が続いた。上げ

潮時には、岩ヶ崎~大崎付近の底層部で局所的に上向きの流れが、表層部では下降流がみられ、これに沿って底層部では、浮遊物質の巻き上げが、表層では収束が生じていた。深浦から岩ヶ崎付近は、潮流の大きい時にはフロント域となり、湾口側は混合域、湾内側は成層の発達域となっている。これらの結果を図-7に模式的に示した。

IV. 貧酸素化現象

4-1 底層部の貧酸素化³⁾

図-8には浦の内湾の DO の縦断分布を示した。浦の内湾では、4月頃から水温の上昇に伴って密度成層が形成され、これにやや遅れて5月頃から湾中央最深部で DO が減少し始め、6月初めには $1 ppm$ 以下のきわめて強い貧酸素水塊に発達する。そして、斜線部で示すように、この貧酸素水塊は表層および湾奥方向へ徐々に広がっていく。しかし、貧酸素水塊は夏の間継続して発達するのではなく、例えば8月17日や9月11日の DO 分布に見られるように、湾中央最深

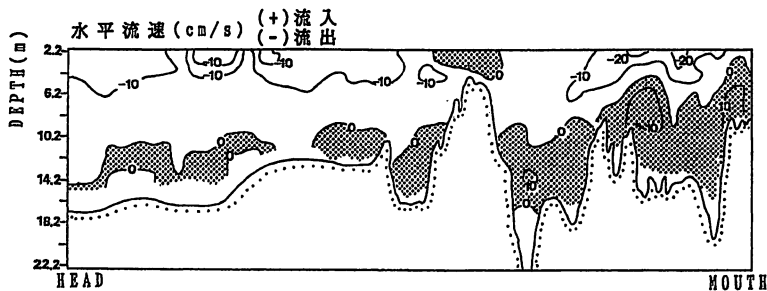


図-6 差し込みに伴う流速の縦断分布

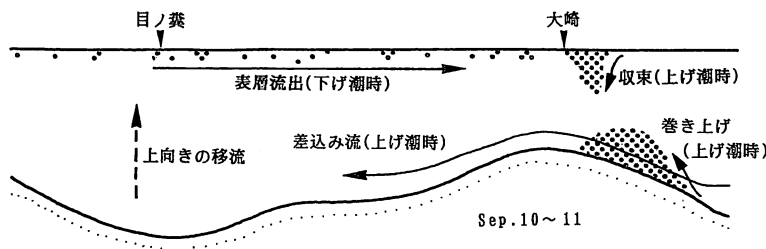


図-7 差し込み時の流れ機構と浮遊物質分布

部ではDOは改善され、むしろ中層付近より高い場合も見られる。これは湾外水の差込みによって多量のDOが底層に輸送されるため、一時的に底層部のDO濃度は改善されるが、差込みが止まると短期間のうちにDOが消費されてしまい、次の小潮時には再び貧酸素水塊が形成される。

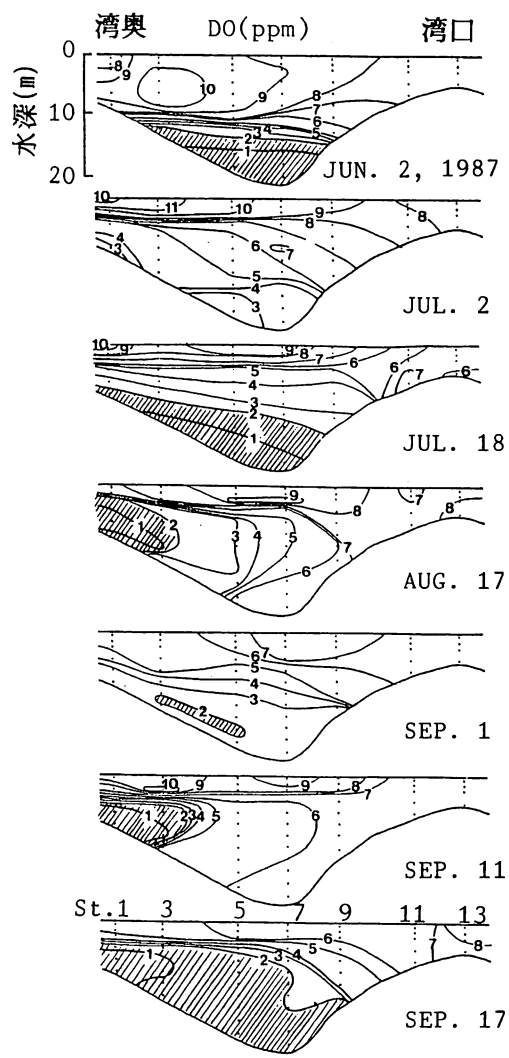


図-8 DOの縦断分布 (ハッチは2 ppm以下の貧酸素水塊)

4-1-1 DO収支⁷⁾

貧酸素化の機構を探るために、湾のDO収支を推算した。DO収支を決定する要因として、①海水による輸送、②大気からの溶出入、③海水による消費、④底泥による消費、⑤養魚による消費、⑥植物プランクトンによる生産が挙げられる。1987年を例に、浦の内湾の水面下2mを境に上下層のDO収支の季節変化を推算した結果を図-9・10に示す。

上層では周年にわたって、消費よりも生産が上回った。植物プランクトンにより、春秋季に3000~4500kg/h、夏季に2000kg/hと多量のDOが生産されるが、その60%は大気中へ放出される。循環期には大気から溶入がある。

下層では生産よりも消費が上回っている。海水による消費は1100~2000kg/hで、全消費の70%を占めた。養魚による消費は9~11月に増大し、500kg(全消費の20%)となった。植物プランクトンによる生産は、春秋季には全生産の80%(1000~2000kg/h)を占めるが、全生産量の25%(400kg/h)となった。湾外からの輸送は、成層期に1000kg/h(全生産の55%)と大きい、その他の期間ではごく僅かである。上層からの輸送は秋季に大きくなるが、その量は生産の20%(550kg/h)にすぎない。

海水のDO消費速度は春季(4月)に小さく、DO濃度の高まる6月に急増する。盛夏(7~9月)にはやや減少するが、10月以降に再び増大する。これはDO消費速度がDO濃度に比例するためである。一方、海水や底泥のDO消費活性は夏季の高水温期に際だって大きい。そのため、成層期の下層では植物プランクトンによって生産されたり、湾外から補給されるDOはすべて消費されてしまう。

水面下2m以深のDO収支の推算では、底泥によるDO消費は海水のそれと比較して僅かであったが、水面下10m以深でみると海水のDO消費と同程度になり、底層部の貧酸素化に大きな役割を果たしている。

4-1-2 硫化水素の溶出に伴う DO 消費⁸⁾

貧酸素化が進むと硫化水素が生成される。これは還元的な環境下で、底泥中の硫酸還元菌が有機物を分解する過程で生じるもので、生物に直接有害だけでなく、DO に会うと容易に

酸化され、さらに貧酸素化を促進する。浦の内湾で1991年に行った硫化水素の観測と溶出実験から、溶出量・現存量(図-11)、酸化量およびDO消費量(図-12)を推算し、以下の結果を得た。

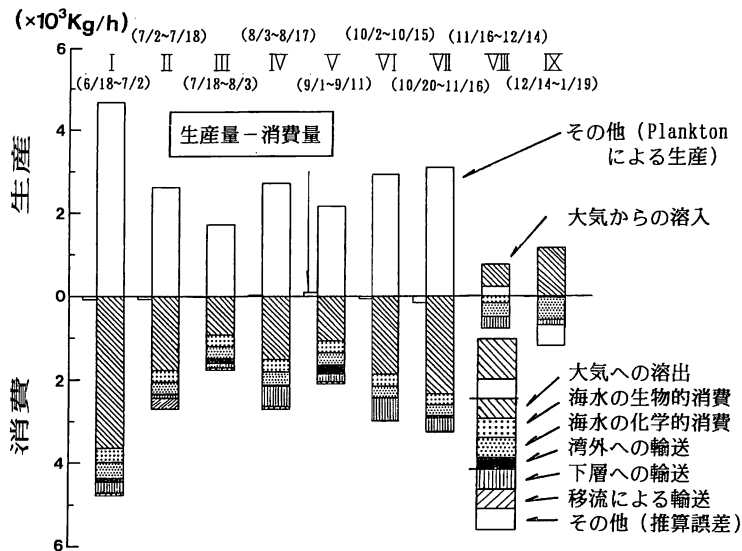


図-9 上層部の DO 収支

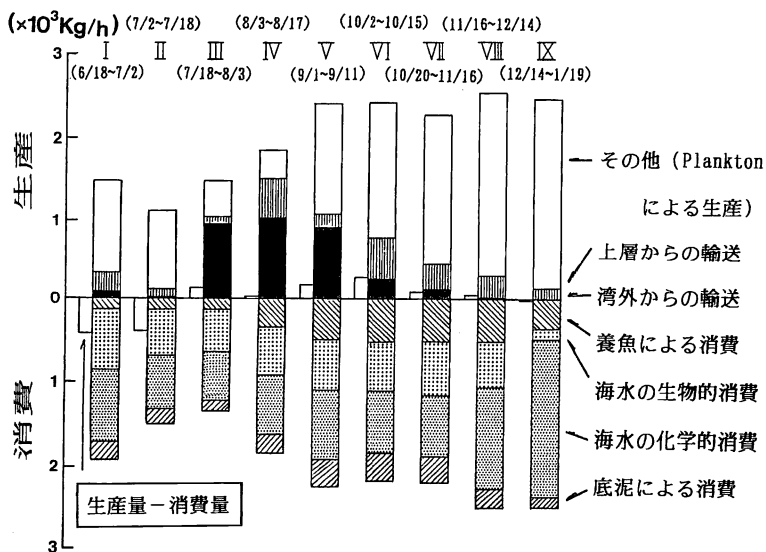


図-10 下層部の DO 収支

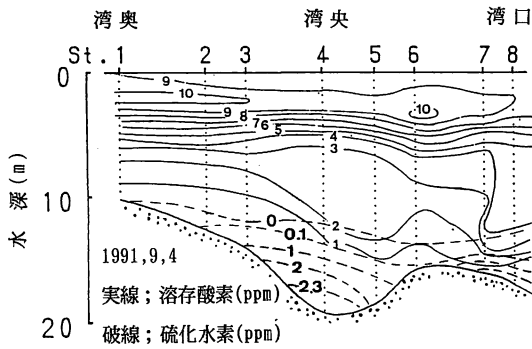


図-11 DOおよび硫化水素の分布(1991, 9, 4)

現場観測では、硫化水素は貧酸素化に伴って増加し、湾外水の差込みが生じてDOが補給されると直ちに消失した。硫化水素の溶出は8月初旬から増加し始め、9月初旬には最高濃度2.3ppm、最大現存量763kgに達した。拡散モデルによれば、この期間に硫化水素の溶出速度は191mg/m²/dayまで増加した。溶出した硫化水素は底泥直上3m付近でDOと出会って酸化される。これによるDO消費速度は364mg/m³/dayまで増大した。この値は暗ビン法から求めた微生物によるDO消費速度に匹敵する値であった。そして、この間に硫化水素の酸化に使

われたDOは湾全体で14tonと見積られるが、これは底層のDO濃度を約2.4ppm低下させることに相当する。

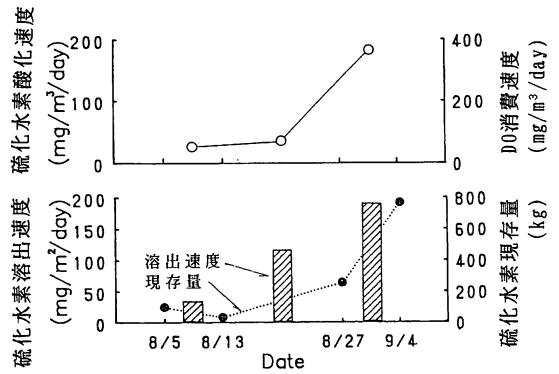


図-12 硫化水素の酸化速度とDO消費速度(上)
硫化水素の溶出速度と現存量(下)

4-2 亜表層部の貧酸素化

1993年は降雨量は平年値を大きく上回り、日射量は大きく下回る異常気象となった。図-13下段には1993年8～11月におけるDOの季節変化を示した。上段には同時期における日照時間をDO分布に対応させて示した。底層には大潮毎に差込みに伴うDOの補給があったため、底層部の貧酸素水塊はついに生じなかった。一方、

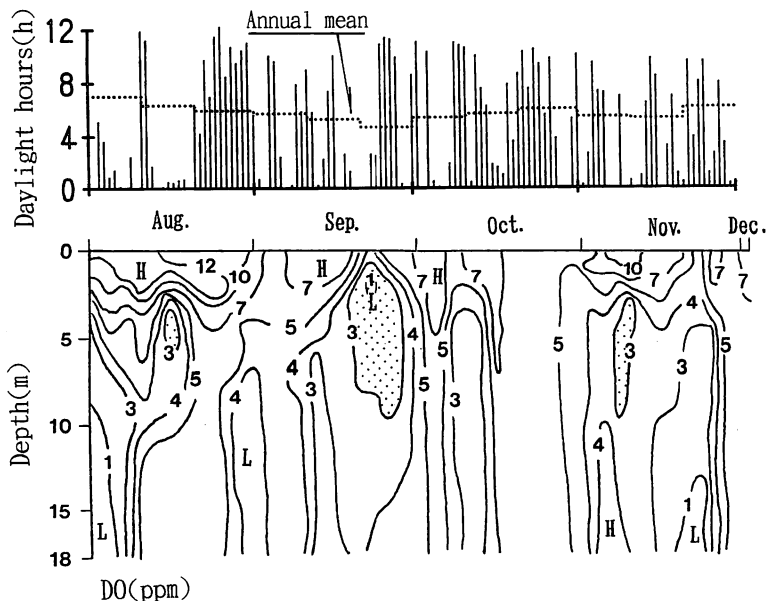


図-13 日照時間とDOの季節変化(ドットは亜表層部の貧酸素水塊)

差込みが発達した8月中旬・9月中旬および11月上旬には、水面下1～6mの亜表層部で強い貧酸素水塊（ドットで示す）が形成された。亜表層部の貧酸素化は、日照時間が極度に低下した数日後から始まり、天候の回復に伴って消滅した。また、発達期には鞭毛藻プランクトンがかなりの密度でみられ、明瞭な赤潮を形成した場合もあった。亜表層部は養魚の遊泳層であるため、この層の貧酸素化は摂餌や運動能力を低下させるばかりか、過去には（1988年9月初旬）養殖ハマチの大量斃死も起こしている。9月18日から22日にかけて発達した亜表層部の貧酸素化のメカニズムを解析した。

その結果、亜表層部のDO濃度の増減には、植物プランクトンによる生産Pと海水中での消費Cが支配的で、鉛直混合や差込みに伴うDO輸送の影響は小さいことが分かった。図-14にPとCの関係を示した。直線O_Dは9月18日から22日にかけて貧酸素化が進行した場合の、直線O_Cは9月18日のDO濃度がそのまま維持されると仮定（ $dO_2/dt=0$ ）した場合の、直線O_Iは9月22日から28日にかけてDO濃度が回復した場合の、それぞれのPとCのとり得る関係を示している。

貧酸素化が始まる直前（9月18日）には、亜

表層部でのDO生産速度Pは $30\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ 程度で、直線O_CよりDO消費速度Cは $40\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ 程度であった。その後、天候が悪化すると生産力は必然的に低下するが、DO消費のポテンシャル（図-14のC_p）はこのまま維持されるから、Cは $40\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ のまま直線O_CからO_Dの側に近づき、 $C \gg P$ となって貧酸素化が始まる。9月16～18日には表層部に $1000\text{ cells}/\text{ml}$ 程度の鞭毛藻プランクトンが棲息していた。これが、夜間に亜表層部に降下して酸素を消費したり、死滅して分解されることによって、 $10\sim 20\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ （図-14のC_d）のDO消費がさらに加わる。その結果、DO消費はかえって増大し、9月22～23日の強い貧酸素化が生じたものと考えられる。一方、天候が回復すると、消費速度Cは $40\sim 60\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ のままで生産速度Pが増大し、直線O_CからさらにO_Iの側へ近づき、DO濃度は回復に向かう。

V. 富栄養化⁹⁾

ハマチ養殖は1980年頃をピークに、その後生産調整が行われ、現在は最盛期の1/2程度まで縮小されている。また、餌料の改良や底質改善なども試みられてはいるが、まだ夏季になると富栄養化に起因する貧酸素化や赤潮が頻発す

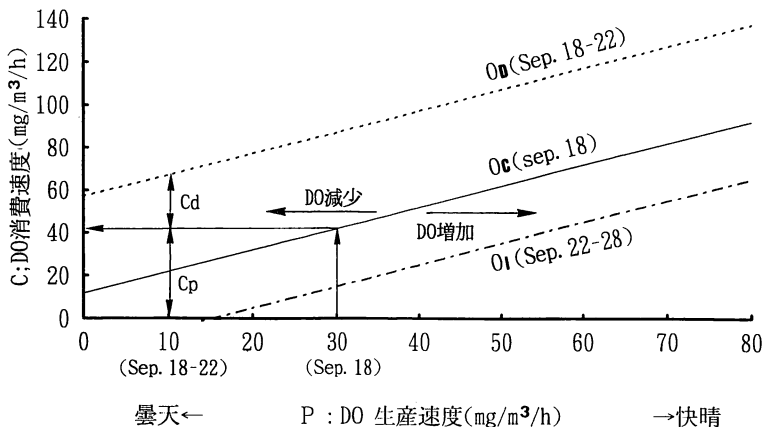


図-14 亜表層部のDO消費速度とDO生産速度との関係

C_p: DO消費ポテンシャル

C_d: 鞭毛藻プランクトンの夜間降下に伴うDO消費

る。そこで、1987年を例に総窒素(T-N)を指標とし、湾外水の差し込みの影響も考慮した物質収支を解析し、浦の内湾の富栄養化のメカニズムを調べた。

5-1 T-N 負荷量の季節変化

積算法による T-N 負荷量の内訳を図-15に示した。春は養殖開始前であり、投餌に伴う負荷や底泥からの溶出も少ない。また、海水交換や沈降による消失は少なく、消失が供給をやや上回る程度である。養殖や底泥からの溶出による供給が初夏から増加し始め、秋にはそれぞれ最大(4.6, 1.15kg-at/h)となる。しかし、総 T-N 負荷は夏に最大(5.5~7 kg-at/h)となった。これは、夏に差し込みに伴う底層水の巻き上げにより、底泥からの供給が増えるためと、秋に沈降が活発化して供給の約半分が失われるためである。この沈降による消失は晩秋に最大(-4~-5 kg-at/h)となる。その後、消失量は供給量を上回るようになり、冬には総 T-N 負荷が最小(-1~-2.5kg-at/h)となって湾内は浄化の方向に向かう。

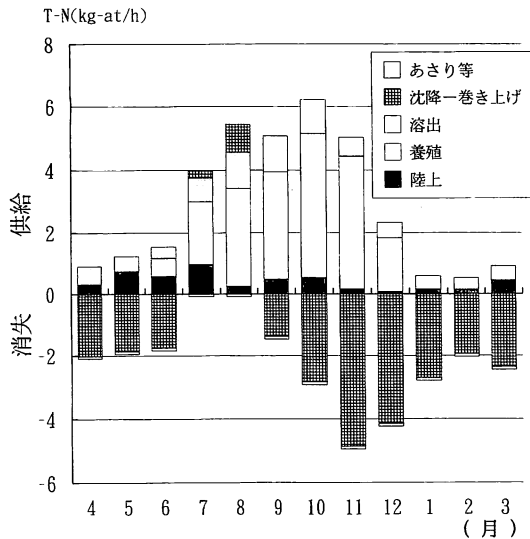


図-15 T-N 負荷の季節変化

5-2 海水交換による T-N の輸送

湾口を通して輸送される T-N 量を図-16に

示した。いずれのモデルでも湾内の T-N 濃度の増加する4月から10月までは湾外への輸送が増大し、対流期には減少する。成層期の増大は湾外水の差し込みに起因するもので、8~9月には最大(3~6 kg-at/h)となる。これにより湾内 T-N 総量は一時的にそれ以前の60~80%に減少する。

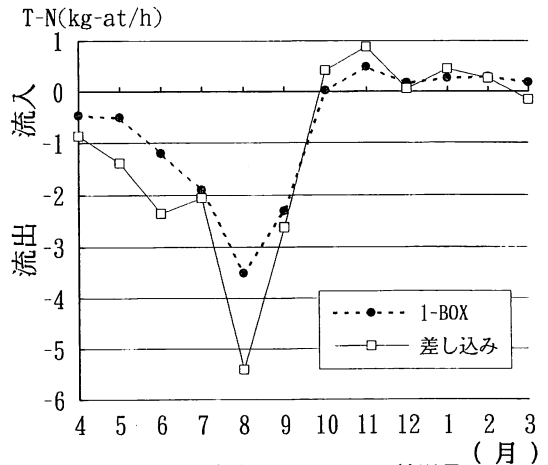


図-16 海水交換による T-N 輸送量

5-3 T-N 収支

海水交換による輸送も含めて、供給および消失の年間総和を図-17に示した。浦の内湾の

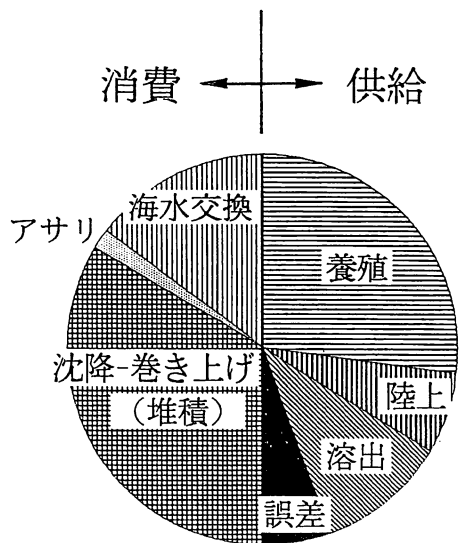


図-17 浦の内湾の T-N 収支

T-N の供給の最大要因は養殖によるもので、全供給の54% (200t) を占め、それとほぼ等量が海底に堆積 (消失全体の68% (250t)) する。養殖以外による供給分は海水交換やアサリ等によって消費 (浄化) されるが、夏場には沈降 (176t) の90%が溶出や巻き上げによって再び海水中に回帰して水質の悪化を招く。4～9月の成層期には、T-N は湾内から湾外へ輸送される。とくに8～9月の流出は、主として湾外水の差し込みに起因するもので、年間輸送 (流出) 量の57%を占める。

VI. あとがき

1987年以降に行った浦の内湾の水利・水質に関する研究の概要を述べた。水理面では、湾外水の差込み (密度流) が成層期の海水交換を支配しており、T-N の年間輸送量の57%を湾外に輸送し、底層部の貧酸素水塊も破壊してしまう。しかし、差込みは底泥・底層物質を巻き上げ、赤潮プランクトンの増殖や移動・集積にも関与している。水質の面では底層部と亜表層部に発達する2つの貧酸素化について述べた。後者は養魚の遊泳層に一致することから、養殖ハマチの大量斃死を起こすこともある。これは日射量の低下に伴ってDO生産が減少し、海水中のDO消費が生産を大きく上回る結果である。いずれの貧酸素化でも、日射量に左右され易いDO生産速度に比較し、DO消費速度が大きすぎることが主因である。浦の内湾の富栄養化は、全供給の54% (200t) を占める養殖負荷が主因で、ほぼ等量が海底に堆積する。しかし、夏場には養殖負荷以外にも多量の栄養塩や底泥物質が溶出したり、巻き上げられたりして海水を悪化させている。

引用文献

- 1) 木村晴保・宗景志浩・渡辺久芳・黒河俊信, 1986. 浦の内湾の環境特性. 水産土木, 23(1): 29-40.
- 2) Munekage, Y. and Kimura, H. 1990. Estimation of Tidal Exchange and Dissolved Oxygen Balance in Uranouchi Bay Using a Two-layer Box Model. Coastal Engineering in Japan, 33(1): 101-111.
- 3) 宗景志浩・木村晴保・村田宏・森山貴光・田島健司, 1991. 浦の内湾における湾外水の差し込み現象と貧酸素水塊の消長について. 日本水産学会誌, 57(9): 1635-1643.
- 4) 宗景志浩・木村晴保, 1990. 差し込み現象が浦の内湾の海洋環境に及ぼす影響, 海岸工学論文集, 37: 779-783.
- 5) 井関徹也・宗景志浩, 1993b. 鉄および硫化水素の貧酸素化に伴う溶出と差込みによる巻き上げについて. 海岸工学論文集, 40: 1091-1095.
- 6) 田村圭一・宗景志浩, 1993c. 湾外水の差し込みに伴う流れ構造と浮遊物質の挙動について, 海岸工学論文集, 40: 236-240.
- 7) Munekage Y. and Kimura H., 1992. Application of a Two-Layer Box Model to Dissolved Oxygen Budget in Uranouchi Bay, Coastal Engineering in Japan, 35 (1) : 129-145.
- 8) 宗景志浩・家田智之, 1992b. 浦の内湾における硫化水素の溶出が貧酸素化に及ぼす影響. 海岸工学論文集, 39: 981-985.
- 9) 宗景志浩, 安岡卓治, 木村晴保, 1993a. 浦の内湾の窒素収支と富栄養化機構に関する研究. 海岸工学論文集, 40: 1086-1090.

AQUACULTURE IN INDONESIA

Toni Ruchimat* and M. Nurhudah**

(*Laboratory of Fish Nutrition, Faculty of Agriculture, Kochi University)

(**Fisheries Education and Training Institute, Jakarta, Indonesia)

I. Introduction

Indonesia has been well known as a wealth country for its fisheries resources of both marine and freshwater origin. It has been estimated that marine fisheries resources could be exploited on a sustainable basis at 6.6 million tons of fisheries product annually. In coast line, which stretched for 81,000 km, has a great potential to be developed for marine culture activities which theoretically could produce fish for amount of 0.81 million tons assuming a rate of production of one ton per year for 10% exploited area. Meanwhile, brackishwater offers area for utilization of 840,000 hectare could produce 1.68 million tons at 10% level of exploitation. By cultivating of reservoir (cage nets), it could produce 0.53 million tons of fish at 1% area of cultivation. Thus, from the last three resources, it could be projected 3.02 million tons of harvesting fish in every year.

Fisheries plays an important role in the economy of Indonesia. It has significantly contributed to food production as a greatest supplier of cheap animal protein source, rural development, income and employment, and to foreign exchange earnings.

There are two main components of fisheries that are being practiced in Indonesia, capture and aquaculture. The capture activity is done in marine and inland open waters, while aquaculture activity is done in marine, brackishwater and freshwater. Total production of fisheries in Indonesia was about 3,349,601 MT in 1991. Of the total production, 15.5% was derived from aquaculture (Table 1).

Table 1 . Fisheries Production in Indonesia (1985-1991)¹⁾

Year	Production (MT)		
	Aquaculture	Capture	Total
1985	304,571	2,090,991	2,395,562
1986	334,097	2,195,793	2,529,890
1987	376,772	2,293,641	2,670,413
1988	430,348	2,450,821	2,881,169
1989	466,704	2,568,564	3,035,268
1990	499,825	2,662,644	3,162,469
1991	517,512	2,832,089	3,349,601

Indonesia has long history in aquaculture, dating back to the 14th century when milkfish were reared in the mangrove swamps. Before 1986, virtually all aquaculture practices in Indonesia were

on an extensive or semi - intensive level; cultures of milkfish, shrimp, carp, tilapia, and gouramy. Intensive culture techniques are only applicable when a high market value for the species can make them economical. Now, there are well established culture systems for freshwater fish, brackishwater species such as shrimp, and developing marine finfish culture.

II. Freshwater culture

Several kinds of freshwater fish culture that commonly practiced in Indonesia are freshwater pond, cage culture, and paddy - field. Of these types, paddy - field has the largest area (Table 2).

In freshwater pond culture, the major commodities are common carp, Java carp, barb, mozambique tilapia, nile tilapia, giant gouramy and kissing gouramy. The other species are *Clarias* sp., *Trichogaster pectoralis* (snakeskin gouramy), *Pangasius* sp., snakehead, marble goby and *Macrobrachium rosenbergii*. In paddy - field culture, the predominant species farmed are carp. Tilapia, giant gouramy, kissing gouramy, snakeskin gouramy and *Clarias* are also common in this type of culture. In cage culture, which commonly practiced in lakes and rivers, the main species are snakehead and marble goby.

Of the total production, freshwater pond cultured has always the highest. In 1991, its contributed around 54.98% of the overall freshwater aquaculture production (Table 3).

Table 2. Culture Area by the Type of Freshwater Culture (Ha), 1985-1991¹⁾

Year	Type of Culture			Total
	Freshwater pond	Cage	Paddy - field	
1985	44,778	3	94,309	139,090
1986	46,292	3	97,050	143,345
1987	46,528	2	99,679	146,209
1988	49,037	3	100,501	149,541
1989	52,352	5	101,953	154,310
1990	50,938	7	106,074	157,019
1991	53,824	11	113,731	167,556

Table 3. Freshwater Aquaculture Production (MT), 1985-1991¹⁾

Year	Type of Culture			Total
	Freshwater pond	Cage	Paddy - field	
1985	84,240	746	63,218	148,204
1986	88,734	557	74,449	163,740
1987	95,353	1,879	87,417	184,649
1988	104,187	3,625	89,253	197,065
1989	113,673	4,924	89,616	208,213
1990	120,598	4,481	87,673	212,752
1991	106,862	6,648	80,846	194,356

Intensive culture has been applied in running water pond cultures and cage cultures of common carp, while for other fishes are done in semi - intensive and extensive methods.

III. Brackishwater Culture

The predominant species commonly cultured are shrimp and milkfish. Others are mullet, Tilapia, seabass, barb, and crab. In accordance with the Indonesian government programs in sub-sector of fisheries, the brackishwater aquaculture has been developing continuously. At present, around 50% of the existing ponds are used for milkfish culture, either monoculture or poly cultures with shrimp (especially *Penaeus monodon*). Now adays, shrimp culture is one of brackishwater commodity has been fastly developed.

In Indonesia, brackishwater culture, especially shrimp culture, has been developing since 16 years ago. Culture of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) is widely practised in many provinces, employing all levels of technology, from traditional to intensive system of culture. Shrimp culture location mainly are in West Java, Central Java, East Java, Bali, Aceh, Lampung, South Sulawesi, and north Sumatra.

Since a few years ago, many private sectors have involved in the development of shrimp culture. The most popular species which is cultured are black tiger shrimp and banana shrimp (*Penaeus merguensis*); where both of them have some advantages such as they can achieve a marketable size that bigger than others in short culture period, they can withstand wide environment fluctuations that often occur in brackishwater ecosystem, and good market price.

In intensive shrimp culture, formulated feeds and high stocking density are used, range between 10-50 post larvae per m². With good water management, good feed quality, and apply of aerators, 5-8 tons per ha per crop (4-5 months) can be expected.

The possibilites for further expansion of brackishwater culture in Indonesia, possesses a large potential area. Base on the data from DGF, in 1991, the existed of brackishwater pond was 269,542 ha, while potential area was 1,316,200 ha.

In 1991, total production of brackishwater culture was 323,156 MT, its contributed to 62.44% of total aquaculture production and 9.65% of total fisheries production in this country (Table 4).

Table 4. Brackishwater Aquaculture Production, 1985-1991¹⁾

Year	Production (MT)
1985	156,367
1986	170,310
1987	192,123
1988	233,283
1989	258,491
1990	287,073
1991	323,156

IV. Marine Culture

In accordance to the number of island that spreading all over Indonesia and length of shore lines are vast resources for developing and alternative of marine fish production. In fact, two third of Indonesia is sea in which various aquatic flora and fauna existing interdependence ecosystem. Realizing the potential fisheries resources and the problem faced by fisheries sub sector, the Indonesian Government issued a presidential decree No. 23 / 1983 concerning the development of marine culture which are involved:

- The Indonesian territory is very potential for developing of marine culture
- Marine culture is an afforts for increasing of production and as a measure of ecosystem conservation.

Since then, marine culture has been developed and becoming more important as an alternative of fisheries production. However, they develop faster than the others because, most of the marine culture commodities are export commodities. For example, base on the data from DGF, the production of of some marine fishes which can be cultured such as sea bass, groupers and siganids were increased form 66,142 ton in 1981 to 120,462 ton in 1988 or 10.26% per year.

Further development of marine culture facing the problems of unavailable data of suitable sites, insufficient seed supply, and seasonal seed supply.

Reference cited

- 1) Directorate General of Fisheries, 1992. Indonesia, Fisheries Statistics, 1985-1991 ; 1-50.

Marine Geology of Tosa Bay, Shikoku, Southwest Japan, part 3, Sedimentological Aspects¹⁾

— Marine Geology of very shallow portions, part 15 —

Keerthi Siri GURUGE and Taikou MITUSIO

(Department of Geology, Faculty of Science, Kochi University ; Oceanography Division,
National Aquatic Resources Agency (NARA) Colombo, Sri Lanka) ·
(Department of Geology, Faculty of Science, Kochi University)

I. Introduction

Tosa bay sediments are subjected to be analysed in detail during past few years by many researchers especially in regional scale. Mitusio (1985a, 1985b, 1986, 1989, 1991) described the shallow sediments in the area also with special concentration on artificial organic matters in Uranouchi bay that is in the west part of the present study area^{2) -6)}. Mitusio *et al.* (1980) explained sub-bottom strata of Uranouchi bay using three core samples⁷⁾. Then Guruge *et al.* (1993) found several submarine buried valleys by a seismic survey that are important for route changes of paleo-Niyodo river during the latest glacial age⁸⁾. Guruge and Mitusio (1993) reported the outline of the bottom sediments in the studied area¹⁾. Also Mitusio and Guruge (1994) mentioned the sedimentological aspects such as composition of sand grains, clay mineral, organic matters, molluscan species as well as ¹⁴C dating⁹⁾. The study history of the other data on sediments including sub-bottom strata mentioned in the other reports by the same writers (Mitusio and Guruge, 1994)⁹⁾.

The present paper is describing the details of the distribution and grain size parameters of the surface sediments.

II. Materials and Methods

2 - 1 Sample Collection

Totally 65 sediment samples are collected by Ekman type and Smith-MacIntyre grab samplers, that are 19 samples from Uranouchi bay, and 20 samples from Niyodo river mouth and 26 samples from the shallow shelf of Tosa bay. The samples from Tosa bay have collected approximately 4 km intervals.

Location map is illustrated in Fig. 1. All positioning of the sample locations were done by the Global Positioning System (GPS).

2 - 2 Grain size analysis

First all samples were described visually, and the colour was determined by the Japanese Agricultural association colour chart.

Grain size analysis was determined by standard sieving and pipette method. About 50g of dried sediments were wet sieved through 62 micron sieve to separate sand and gravel-size fraction. The remainder was disaggregated by dilute Calgone solution for an over night and pipetted to determine

the silt and clay-size fraction, following Stokes settling velocity equation (Krumbein and Pettijohn, 1938)¹⁰⁾.

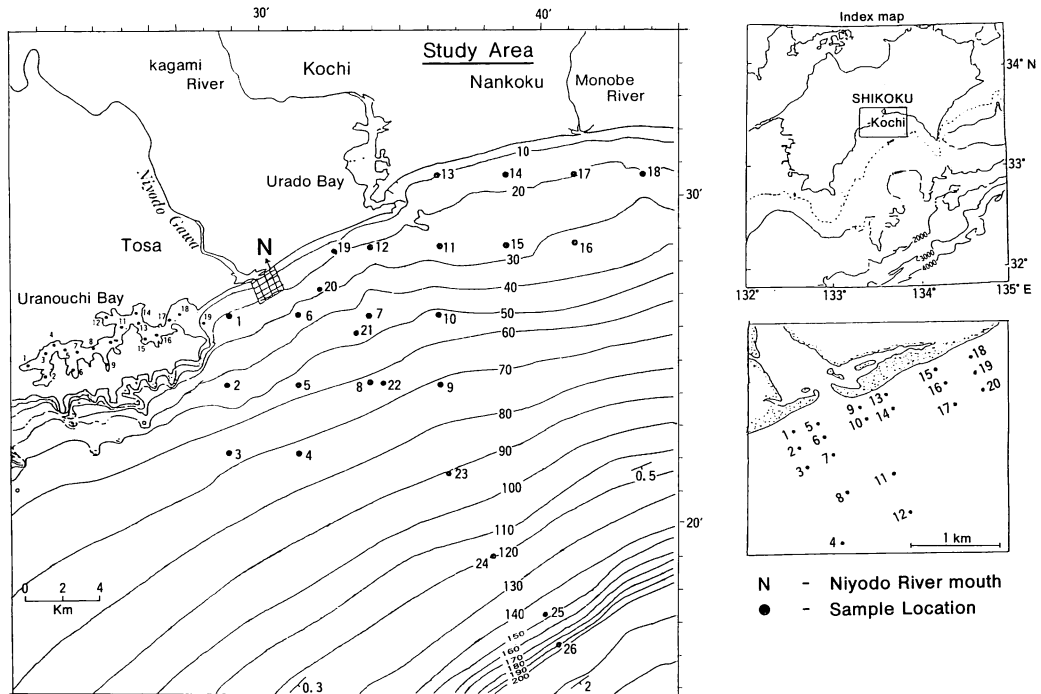


Fig. 1. Index map showing the study area in the central Tosa bay, off Kochi City. Number ; sample location. small number ; sample location in Uranouchi bay . italic small number ; depth in meter. right upper ; total index map showing Tosa bay. right down ; sample location near the Niyodo river mouth.

The sand fraction was separated by using standard sieve set of 1 phi (ϕ) intervals. Pebble, granule, sand, silt and clay fractions theoretically should be composed of particles with diameters (Friedman, 1962)¹¹⁾ over than 4,000 microns (less than -2ϕ), within 4,000 to 2,000 microns (-2 to -1ϕ), 2,000 to 62.5 microns (-1 to 4ϕ), 62.5 to 3.91 microns (4 to 8ϕ), and less than 3.91 microns (greater than 8ϕ), respectively. The sediments were classified by the method of Shepard (1954)¹²⁾.

2 - 3 Statistical parameters

The weight of each fraction is converted to percentage and further cumulative weight percent of coarse to fine fractions are calculated. According to above data following statistical parameters; mean diameter ($M\phi$, the average size), standard deviation ($\sigma\phi$, the scatter of various sizes about the average), skewness ($\alpha\phi$, the asymmetry about the average), and kurtosis ($\beta\phi$, the peakedness of the curve) that can be interpreted, respectively, and these are determined by the computer programme as Inman equations (1952)¹³⁾.

Designations of each ϕ values of above statistical parameters are described in Tab. 1.

Tab. 1 . Designations of sedimentary parameters

mean size $M\phi$		sorting $\sigma\phi$		skewness $\alpha\phi$		kurtosis $\beta\phi$	
ϕ	designation	value	designation	value	designation	value	designation
-2	pebble	<0.35	very well	-1.0- -0.3	very	<0.67	very platykurtic
-1	gravel		sorted		negatively		
0	very coarse sand	0.35-0.5	well sorted		skewed	0.67-0.9	platykurtic
1	coarse sand	0.5 -0.8	moderately	-0.3- -0.1	negatively		
2	medium sand		well sorted		skewed	0.9 -1.1	mesokurtic
3	fine sand	0.8 -1.4	moderately	-0.1- 0.1	nearly		
4	very fine sand		sorted		symmetrical	1.11-1.5	leptokurtic
5	coarse silt	1.4 -2.0	poorly sorted	0.1- 0.3	positively		
6	medium silt	2.0 -2.6	very poorly		skewed	1.5 - 3.0	very leptokurtic
7	fine silt		sorted	0.3- 1.0	very		
8	very fine silt	> 2.6	extremely		positively	3.0<	extremely
9	clay		poorly sorted		skewed		leptokurtic

III. Results and Discussion

3 - 1 Sediment Classification and Regional Trends

3 - 1 - 1 Frequency Curves

Frequency curves, that describe the grain-size distribution of whole sediment, were derived from the method of Krumbein (1934)¹⁴⁾. In Uranouchi bay most samples are bimodal. First mode changes fine silt (7 ϕ) to very coarse sand (0 ϕ) while secondary mode changes coarse silt (5 ϕ) to fine sand (3 ϕ) from inner bay to bay mouth. It shows the tail of coarse materials are turning gradually to fine tail towards bay mouth. In Tosa bay most sediments are unimodal but some patches of bimodal sediments, that are with fine tails available. Also shelf break sediments are consisted with bimodal fine tail sediments. Niyodo river mouth sediments are shown with both bimodal and unimodal. Coarse tails of sediments in Tosa bay and Uranouchi bay are dominant with biogenic materials such as molluscs, coral rubbles and other carbonaceous matters, and detrital materials of rock fragments that is in Niyodo river mouth sediments.

3 - 1 - 2 Distribution of Statistical Parameters

The interpolated horizontal distribution maps of mean grain size (Fig. 2), sorting (Fig. 3), skewness (Fig. 4) and kurtosis (Fig. 5) are prepared by the calculated values by Inman equations. Very shallow part of the tosa bay is covered by fine sand. Central part of the study area that is off urado bay and the west part are consisted with zones of very fine sand and coarse silt. A patch of medium silt is located in about 2 km south of Urado bay. Mean grain size of sediments in Uranouchi bay is gradually decreasing from very coarse sand to very fine silt from the inlet to inner bay, respectively. With in 1 km of distance from Niyodo river mouth, sudden gradual decrease of mean grain size of sediments is observed as gravel to fine sand.

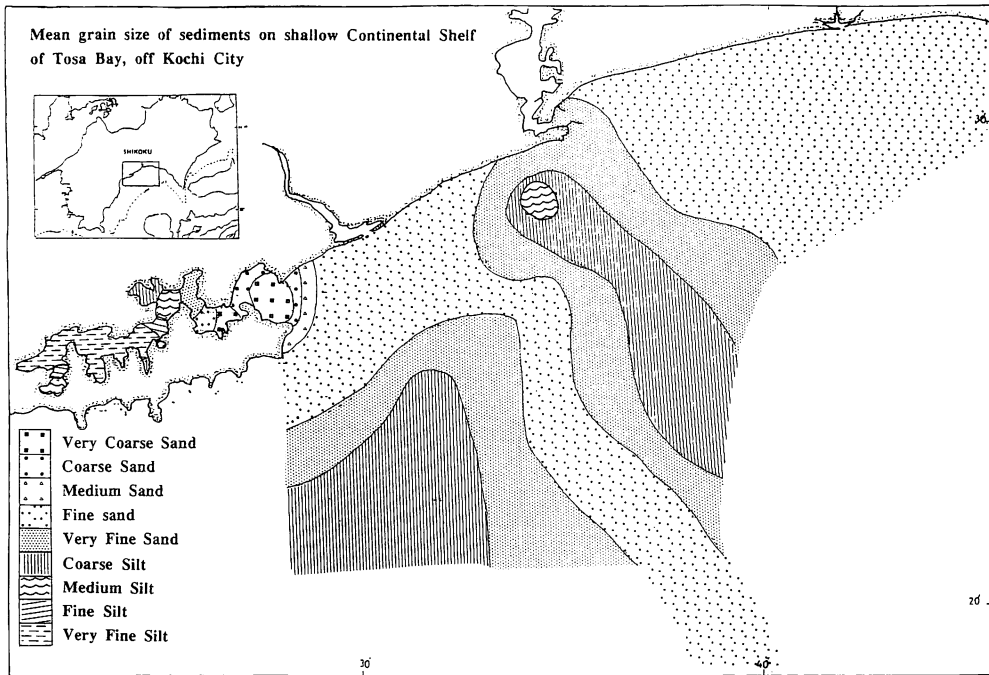


Fig. 2. Mean grain size distribution map in the study area off Kochi city.

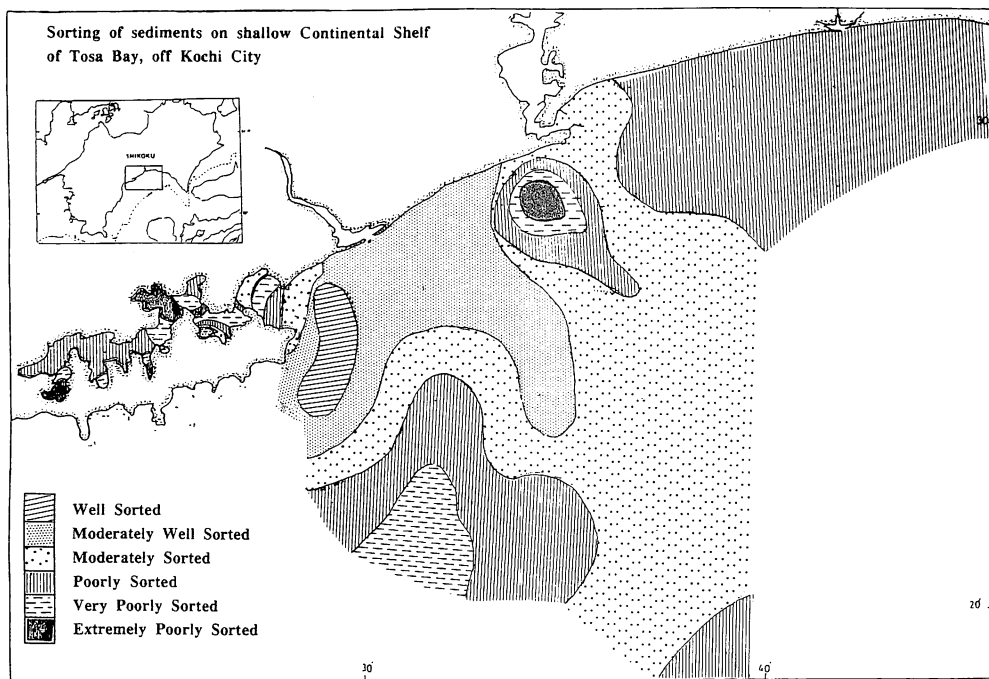


Fig. 3. Sorting of the sediments in the study area off Kochi city.

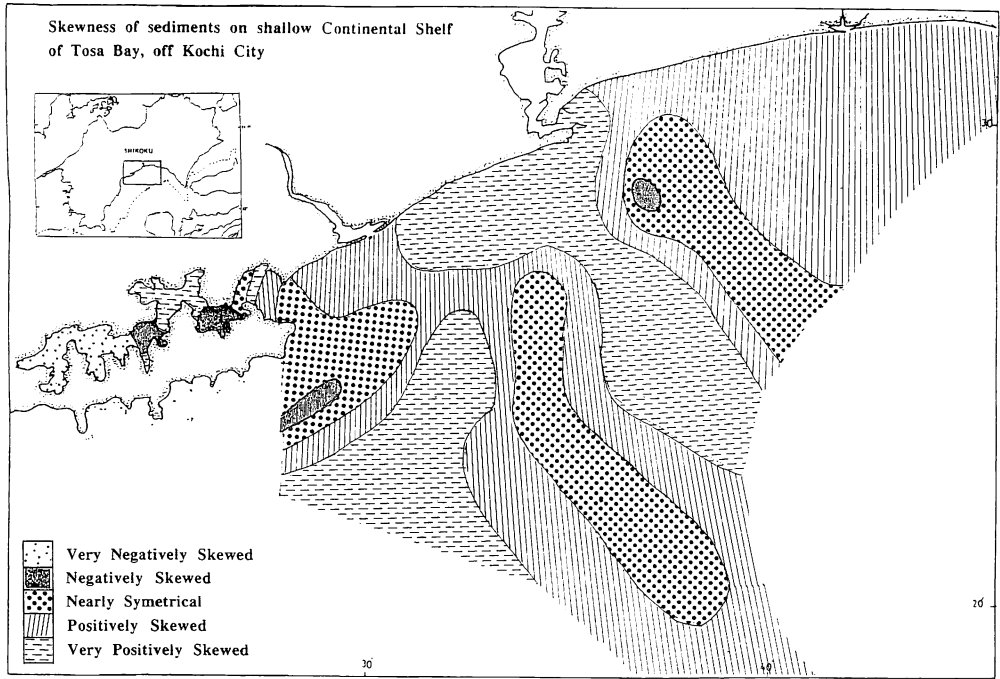


Fig. 4. Skewness of the sediments in the study area off Kochi city.

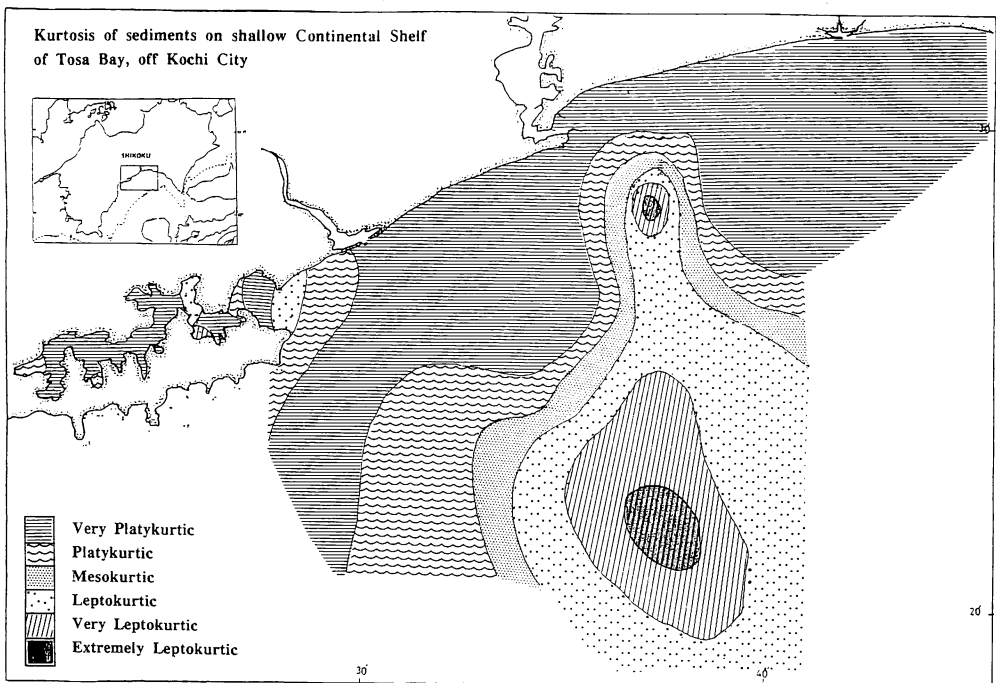


Fig. 5. Kurtosis of the sediments in the study area off Kochi city.

Sorting of the shelf sediments, a patch of well sorted sediments exists at the out side of Uranouchi bay. It becomes very poorly sorted to the south (80m of depth) and off Monobe river shelf area sediments are poorly sorted. Central part of the shelf is covered by the moderately sorted sediments. A patch of extremely poorly sorted sediments is located in about 2 km south of Urado bay. Uranouchi bay sediments are varying with poorly sorted to extremely poorly sorted. About 1km of distance from Niyodo river mouth to open sea is covered with moderately well sorted to moderately sorted sediments.

Skewness of the shelf area sediments is almost positively and very positively skewed with some patches of nearly symmetrical. Sediments of Uranouchi bay show waved pattern of skewness from inner bay to bay inlet as very positively skewed to positively skewed, respectively. Within 1 km of distance from Niyodo river mouth, almost nearly symmetrical sediments are existed.

Kurtosis of the sediments, very shallow part of the shelf is very platykurtic and its changing leptokurtic toward deep shelf in the central part. Two patches of extremely leptokurtic sediments are located in the center area. Sediments of Uranouchi bay and within 1 km of distance from Niyodo river mouth are mainly composed with very platykurtic and leptokurtic sediments.

3 - 2 Sedimentary Facies

Totally 7 sedimentary facies are observed in the study area according to Shepard classification. Sand facies and silty sand facies in the zonal center are two facies in the shelf area. All 7 facies are abundant in Uranouchi bay as sandy gravel in the inlet and sandy silty clay in inner-most bay. This is correlated with mean grain size decreasing towards inner bay.

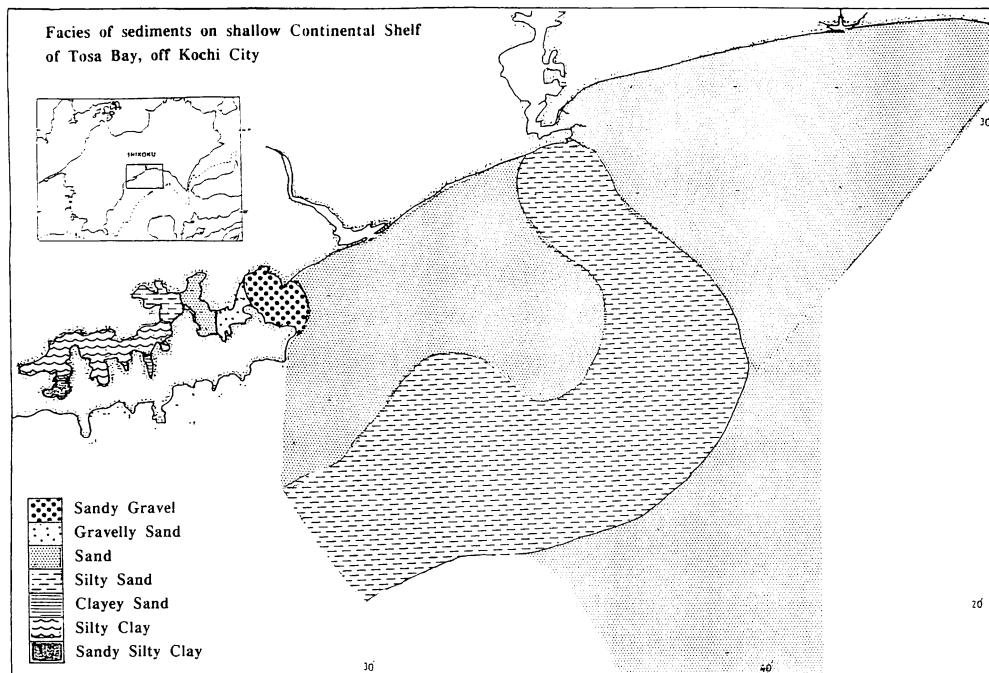


Fig. 6. Sediment facies in the study area off Kochi city.

Interrelationship of statistical parameters are shown in Figures of 7 and 8, that are useful to determine the tentative limits of above parameters for each facies.

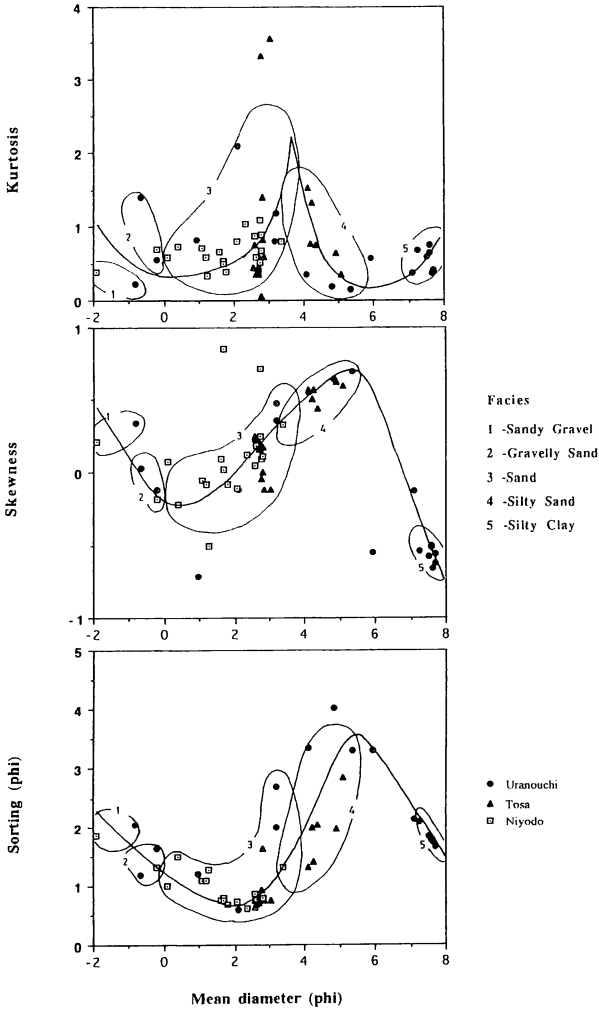


Fig. 7 . Relationship between statistical parameters- 1 .

Sorting vs mean diameter diagram shows sandy gravel to sand facies when mean diameter decreases quality of sorting (standerd deviation becomes better), and its pattern is sinusoidal. Most sorted sediments are found from the Niyodo river mouth reflecting high energy environment in the river mouth.

Skewness vs mean diameter diagram shows trend of sinusoidal curve. Sandy gravel facies is positively skewed and silty clay facies is very negatively skewed. This realizes consistence of fine tail of the sandy gravel facies and coarse tail of the silty clay facies. Mainly fine tail is composed with detrital very fine sand or silt, and materials of coarse tail is composed by biogenic shell or carbonaceous matters.

Kurtosis vs mean diameter diagram shows wavy trend, and sand and silty sand facies are leptokurtic, and sandy gravel and silty clay facies are platykurtic. Generally, Tosa bay sediments are shown leptokurtic than Niyodo river mouth and Uranouchi by sediments.

Other scatter plot diagrams of sorting and kurtosis vs skewness, and kurtosis vs sorting show complex patterns, however, first two diagrams have trend to be a circular. So that the three-dimensional plot of mean, sorting and skewness may be halical (Lewis, 1976 ; Fork and Ward, 1985)¹⁵⁾¹⁶⁾.

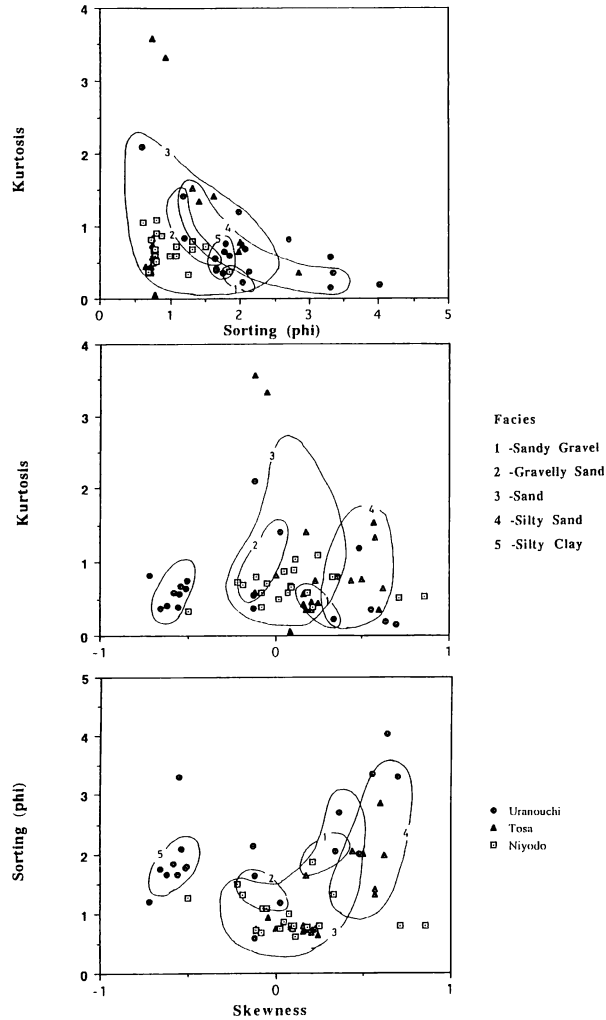


Fig. 8. Relationship between statistical parameters- 2 .

According to above data, following limits of each sedimentological parameter of dominant sediment facies in the study area have been determined as is shown in Tab. 2 .

Tab. 2 . Sedimentary facies of the sediments in Tosa bay and Uranouchi bay.

Facies	Mode (ϕ)	Sorting ($\sigma \phi$)	Skewness ($\alpha \phi$)	Kurtosis ($\beta \phi$)
Sandy Gravel	-2.0— -0.5	1.6—2.4	0.2 — 0.45	0.1 — 0.55
Gravelly Sand	-1.0— 0.0	1.0—1.8	-0.25— 0.2	0.5 — 1.5
Sand	1.0— 4.0	0.5—3.0	-0.4 — 0.6	0.1 — 2.7
Silty Sand	3.2— 5.8	1.0—3.75	-0.3 — 0.15	0.1 — 1.75
Silty Clay	7.2— 8.0	1.5—2.4	-0.71— -0.45	0.25— 1.0

3 — 3 Composition Analysis

Percentages of detrital matters from steeply decreasing from 20m to 45m of water depth in the coarse sand fraction. Also in the medium sand-size fraction, detritus matters are sharply decreasing up to 60m of depth and from there to deeper part are contained more than 80% of biogenic matters. Plant or organic matters are abundant in the depth of 65m and 90m of coarse sand fraction.

Biogenic species diversity on the shelf, in coarse sand fraction, gastropoda and pelecypoda are dominant in shallow shelf of 30m to 45m in depth. Distribution of total foraminifera that is predominant species are apparently same in this fraction. Medium size fraction of midshelf area is consisted with more than 50% of foraminifera. Biogenic constituents of fine sand fraction is less than 30% of total, concentrated in mid shelf, except 45m at depth. Detailed composition analysis are described by the writers in their other paper (Mitusio and Guruge, 1994)⁹⁾.

IV. Concluding remarks

Detrital, biogenic and relicts sediments are observed in the study area. In the shelf break, from 120m to 190m, sediments must be relicts of ancient semi-consolidated. Near shore moderately well sorted sands and well-sorted sands off Uranouchi bay mouth and sandy gravel sediments in Uranouchi bay reflect high energy wave actions. Characteristics of recent sediment facies and statistical parameters on the shelf are almost controled by the residual counter-clockwise currents (Miyata *et al.*, 1985)¹⁷⁾. Pebble beach in the left side of Urado bay mouth is a good example as those bring by the above current system from the Monobe river sediment. The fine silt and clay size grains are depositing innermost part of bay shows weak tidal wave effects to the area.

Main facies and their general characteristics according to their statistical parameters are as follows.

Sandy Gravel : With 2.5mm mean grain size, very poorly to poorly sorted, positively skewed and very platykurtic sediments. Distributed in the Niyodo river mouth and outer Uranouchi inlet area.

Gravelly Sand : With 1.5mm mean grain size, very poorly to moderately sorted, near symmetrical to negatively skewed and irregular kurtosis sediments. Distributed in the inner Uranouchi inlet area.

Sand : With 0.177mm mean grain size, very poorly to moderately well sorted, irregular skewness and irregular kurtosis sediments. Distributed mainly at the areas of Niyodo river mouth, Tosa bay and Uranouchi bay.

Silty Sand : With 0.044mm mean grain size, poorly sorted, irregular skewness (Tosa bay sediments are very positively skewed) and irregular kurtosis sediments. Distributed mainly at the areas of Niyodo river mouth, Tosa bay and Uranouchi bay.

Silty Clay : With 0.005mm mean grain size, poorly sorted, very negatively skewed and very platykurtic sediments. Distributed only in the inner Uranouchi bay area.

Acknowledgements

The writers sincerely express their gratitudes to Professor Makoto Okamura of the Department of Geology, Kochi University and Professor Hideo Kagami of the Department of Geology, Josai University, and the members of the Research Society for the Human and Environmental Changes (RSHEC) for their kind helps and suggestions.

Reference Cited

- 1) Guruge, K. S. and Mitusio, T. 1993. Sediments on the shallow continental shelf of Tosa Bay, Shikoku, Japan. *Proc. Kansai and Nishi-Nihon Branches, Geological Society of Japan*, (117 and 104) : 26.
- 2) Mitusio, T. 1985a. Marine Geology of Tosa Bay, Shikoku, part 2. *Res. Rep. Kochi Univ.*, 34 : 61-72.**
- 3) Mitusio, T. 1985b. Marine Geology of the Very Shallow Portions. Part 10, Marine Geology of Tosa bay (1). *Rep. Usa marine bio. inst., Kochi Univ.*, 10 : 15-27.**
- 4) Mitusio, T. 1986. Marine Geology of northwestern part of Tosa Bay, part 1, Marine Geology of very shallow portions, part 6. *Rep. Usa Mar. biol. Inst., Kochi Univ.*, 7 : 73-85.**
- 5) Mitusio, T. 1989. Fundermental study on hedro, peculiar artificial organic mud, Study on unused resources. *Marine & Waste*, (19) : 26-30.**
- 6) Mitusio, T. 1991. Change of geologic environments in the coves of Tosa bay. *Kuroshio*, (6) : 43-50.*
- 7) Mitusio, T., Shibata, T. and Yasuda, Y. 1980. Bottom sediments in the central part of Uranouchi bay, central Kochi. *Rep. Usa marine biol. inst., Kochi Univ.*, (2) : 59-71.**
- 8) Guruge, K. S., Okamura, M. and Mitusio, T. 1993. Buried valley off Urado bay-with importance of the Niyodo river route change, Kochi, Central Shikoku, Japan. *Kuroshio*, (7) : 45-50.
- 9) Mitusio, T. and Guruge, K. S. 1994. Marine Geology of Tosa bay, Shikoku, Southwest Japan, Part 4, Important sedimentological aspects -Marine Geology of very shallow portions, part 16- *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ.*, 16 : 41-48.
- 10) Krumbein, W. C. and Pettijohn, F. C. 1938. *Manual of Sed. Pet.*, 95-96.
- 11) Friedman, G. M. 1962. On sorting, sorting coefficients, and the log normality of the grain-size distribution of sandstones, *Jour. Geol.*, 70 : 737-753.
- 12) Shepard, F. P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios *Jour. Sed. Pet.*, 24 : 151.

- 13) Inman, D. L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sed. Pet.*, (22) : 125-145.
- 14) Krumbein, W. C. 1934. Size frequency of sediments. *Jour. Sed. Pet.*, 4 : 65-77.
- 15) Lewis, K. B. 1973. Sediments on the continental shelf and slope between Napier and Castilepoint, New Zealand. *N. Z. Jour. Mar. Fre. Wat. Res.* 7 (3) : 183-208.
- 16) Fork, R. L. and Ward, W. C. 1957. Brazos river bar : A study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Pet.*, (27) : 13-26.
- 17) Miyata, K., Yamashige, M. and Sugiura, K. 1985. 18th chapter, Marine Geology, *Coast. Ocea. of Jpn. Isl.*, 732-762*.

* in Japanese

** in Japanese with English abstract

プ ロ グ ラ ム

13:30～13:35

開会の挨拶 中内光昭（高知大学黒潮圏研究所所長 学長）

座長 満塩大洗（高知大学理学部 教授）

13:35～14:15

防災史的にみた高知市とその周辺

大脇保彦（高知大学教育学部 教授）

14:15～14:55

南海地震について

木村昌三（高知大学地震観測所 助教授）

14:55～15:05 休憩

座長 西島敏隆（高知大学農学部 教授）

15:05～15:45

高知の土砂災害

細田豊（高知大学農学部 教授）

15:45～16:25

海岸災害について

玉井佐一（高知大学農学部 教授）

16:25～16:55 総合討論

16:55～17:00

閉会の挨拶 上森千秋（近自然河川工法研究会 会長）

司会 大野正夫（高知大学海洋生物教育研究センター 教授）

防災史的にみた高知市とその周辺 —文献・絵図資料の利用から—

高知大学教育学部 教授

大 脇 保 彦

1. はじめに

かつて、日本都市学会が高知市で開かれた際、あいさつに立たれた横山龍雄高知市長は「高知市はポルダー都市であります。」と高知市の紹介を切り出された。確か、昭和50年、51年と台風による水害が続いてのまもなくの時期もあって、参会者に深い感銘を与えた。「台風は忘れられた頃……」の感のある昨今ではあるが、高知市およびその周辺の立地する自然環境、とくに地形環境を改めて認識することは意味のないことではない。

とはいえ、筆者は文科系の歴史地理学徒の一人にすぎない。従って、このシンポジウムでは、他の先生方と異なった役割が期せられている。その役を果たせるかどうかはともかく、以下、その立場で拙論を試みたい。

筆者は、人類の行為を通じて自然を考えることに関心を持って来た。本稿は、その中でも、記録をフィルターとして知見出来る限りにおいて人間社会の行為を通じて自然を理解するごく素朴な方法の一端を例示するに留まる。

2. 黒田郡と古浦戸湾

古代土佐には黒田郡^{こおり}が存在したが、いわゆる白鳳の大地震の際に陥没し、海中に没したという伝承は、漫画の中にもとりあげられる位、高知県では一般によく知られている。その場所は、須崎湾付近だとか、大方町入野浜前面の海中だとか、諸説にこと欠かない。すでに近世各地にその伝承が流布していたらしく、江戸時代の資料集『南路志』などにも記載をみる。

しかし、白鳳の大地震についての情報源は『日本書紀』であって、天武13年(684)10月14日の条に「(上畧)大きに地震る。(中畧)諸国の郡の官舎及び百姓の倉屋寺塔神社破壊れし類、勝て数ふるべからず。(中畧)時に伊豫温泉、没れて出でず、土佐国の田苑五十余万頃、没れて海と為る。(下畧)」とあり、さらに、11月3日には土佐国司の報告として「大潮高く騰^{あが}りて海水たゞよふ。是によりて、調運^{まわ}ぶ船、多に放れ失せぬ」が記載されている。海没した具体的場所の記述もなければ、黒田郡という地名の記載もない。

古代土佐国では、土佐、安芸、吾川、幡多四郡に、平安初期頃までに長岡・香美が如わり、九世紀半ばに高岡郡が吾川郡を割いて作られ七郡が形成されたと考えられる。いずれにしても、黒田郡という地名は文献的には記載が知られず、江戸時代になって口碑として伝えられているという記載があるのみである。

現状では「黒田郡」の存在は記録上確かめられないし、ましてやその場所が土佐湾内に求められる理由も口碑以外にはない。恐らく、江戸時代の『土佐国編年紀事略』の著者の中山蔵水の50万頃は50万町にあたるという超過大な誤りと結びついでこの想定にすぎないのではと考える。50万頃は寺石正路説の約1,200町歩説が正しい。

とすれば、筆者は、1,200haのうち、まとまった水田が海没ないし、浸水した地域は、浦戸湾奥の可能性とするのが自然と考える。

古く、紀貫之の『土佐日記』時代、浦戸湾奥部が現在より遙かに奥深い入江状態であったことは周知の通りである。国府の外港大津も、主としてその地名から、現高知市大津舟戸付近に一応の想定がなされている。が、いずれにしても明確に具体的にされているわけではない。以下、若干、その浦戸湾奥の海岸線の問題に触れてみたい。

図1は、筆者の想定による浦戸湾奥部における奈良時代の条里地割遺構と条里プランの一部を示したものである¹⁾。これによって、当時の海岸線がどの付近にあったかの傍証にはなるであろう。

図1

A



鏡川流域の条里

B



香長平野の条里

図2は、故島田豊寿博士による浦戸湾奥の干拓の進展を示したものの、図3は、筆者による織豊期の浦戸湾奥の一部の状況を、いずれも、長宗我部地検帳と近代以降も残存する小字名とを同定しつつ想定したもので、これらの説明については、シンポジウムの席上試みることにしたい。

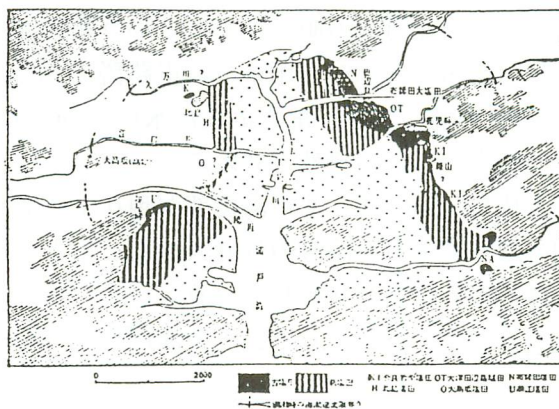


図2 浦戸湾の古干拓



図3 長宗我部地検帳の本田地域の範囲(XYの線)

いずれにしても、白鳳期、奈良時代、平安時代、中世、近世と次第に湾奥部の干拓による縮小化が進展したが、詳細については未検討の部分も多い。

例えば、東部の場合、田辺島以西高須付近までが『地検帳』では、古塩田、新塩田の帳で区別されているが、以東の『大津郷下分』の帳の中でも、条里遺構残存地区より以西は、本田扱いはされるが、「中塩田」「干潟」の記載も多く含まれ、より新しい不安定耕地だったことが知られる。その干拓地進展の具体的時期などの状況については不明である。たゞ、中塩田もさして古い時期でないと想定されることか

ら、平安、中世という長い期間に干拓地化は面的にさして拡大をみなかったこと、地割、その他から不安定耕地であったこと、組織的土事でなかったことなどが推定されるのみである。

このように、湾奥部は干拓地化による縮小化が、とくに織豊期以降組織的（社会的＝政治権力による経営、技術的＝直線的潮留大堤防化など）に進んだが、図4（『高知市総合調査報告書』昭和32年による）に示すように、津波、高潮の際には、古浦戸湾の状況を現出するように水没（冠水化）したことが知られる²⁾。

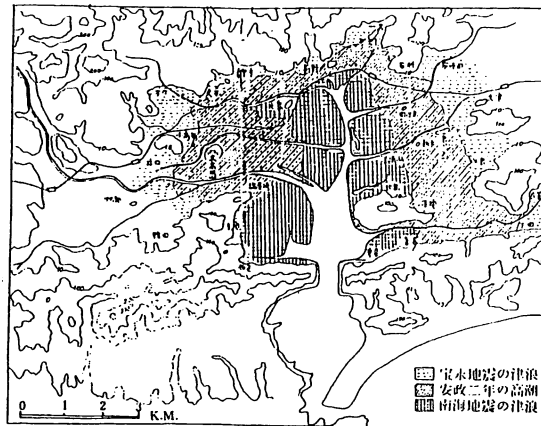


図4

白鳳期の大地震の際も、すでに耕地化し、後退していた海岸線が、一時的に海没化し前進したか、冠水による水没化の可能性などが考えられる。平安から中世にかけての干拓地化の停滞も、社会的、技術条件の他に、鎌倉海進などの自然条件も重ねて考えねばならないであろう。

3. 城下町絵図にみる治水的要素

わが国の都市のうち、最も多いのが城下町に起源をもつもので、それはわが国で生まれた独特の近世都市である。中世的な防御機能に加えて経済的機能も重視されたので、交通の便のよさも立地選定上重視された。従って、舟便の点などからも三角州上に立地する城下町が多い。長宗我部元親が、父祖の地を放棄して、鏡川三角州上に新しい時代にふさわしい城下町建設を試みたのも、正にその典型といえよう。

ところで、世界の歴史時代の都市には囲郭都市が多い。中世ヨーロッパや中国の城壁（市壁）によって囲郭されたものがその例である。城下町の場合、故矢守一彦博士が指摘されたように³⁾、総構え型が基本型で、これも一種の囲郭といえよう。土手や堀川で城下町全体を囲郭したものである。

京都では、お土居跡というものが、歴史的景観として保存されている。これは、秀吉が京の町の大部分を土手で囲郭させ、古代平安京型から、総構え型城下町化を

図ったものとされている。正保、寛文、天保などの城下町絵図から知られる高知城下町も、土手と堀川に囲郭された総構え型が基本としてプラン化されていることが理解できる。

これは、中世の社会状況の中で生じた防御的性格を示すとともに、堀川の交通機能性、さらには、近世的身分制社会の城下町的表現、つまり、城下町と郷村、郭中（武家屋敷地区）と上・下町の峻別化等の反映を読みとれよう。

一方、このシンポジウムに即していえば、城下町プランや建設の施行に当たっての治水的要素が問題となろう。

前述したように、近世大名への転身をはかった長宗我部元親は、天正16年正月には、岡豊城から大高坂へ移り、鏡川三角州上に城下町建設を試みている。それに先立って、天正15年秋には、この付近から長宗我部検地が始められ、「川成り」などの記載から河川附替などの状況が散見される。

しかし数年を経ず、元親は長浜城へ移り、城下町建設も中断される。後の文禄・慶長期には、前述の浦戸湾奥の大きな潮留堤や塩走りなどの施設をもち組織的に大規模な干拓地造営を実施した長宗我部ですら、その移転の原因が、治水の困難さを克服できなかった点に求められている。

この大高坂城下町の建設を引きついで山内氏時代の建設状況については『築城記』など若干の文献から明らかにされているが、その進歩の段階的状況や完成年度などについては管見しない。たゞ、二代藩主忠義の代になっても水害に悩まされ、河中から高智へ改称したなどのエピソードからも、工事の難行、城下町建設への歳月を要した点が示唆される。

筆者は、城下町絵図などの検討から、寛文頃がほぼ完成期ではなかったかと考える。正保・慶安・寛文図などから治水面に関連する事項の読図を二、三指摘、列举してみたい⁵⁾。

(1) 自然流路の運河化

三角州では河川は蛇行、分流の傾向をみせる。例えば、現NTTプラザ東側の不整形道路に跡をとどめる逆U字形の堀（これに囲まれた中ノ島が中島町の由来）、廿代町付近で江ノ口川沿い以外に南側にもう一つの堤防があり、それに囲まれた輪中の、小遊水地的場所がある。このほか、升形西側の堀の次第に直線化する過程、江ノ口川の尾土附近での不自然な曲り方など、いずれも旧河道の名残りを示すのではないかを思わせる。現若松町運河は、寛文図でもまだ播磨屋橋の堀と直結貫通をみせない。こうした工事の背景には、文禄、慶長期の干拓地の前進が、助長条件として働いたことも類推される。

(2) 惣曲輪

高知城下町の場合、堤による惣構え化も徹底しており、前述の理想的背景以外、現実には治水対策としての意味合いが重要と考える。また上町五丁目の堤も、郷村

地帯と城下町を限る機能の他、治水面からは、鏡河の扇状地面の乱流に対する意味も大きい。寛文9年図のみにみられる四丁目附近の堤も同様の意味が示唆され、上町建設のおくれをも示唆する。郭中部は、鏡川上流部に対して、三本の堤で守られていたことも読みとれる。前述の廿代町の二重の堤も、江ノ口川直線化による備えとも考えられ、

(3) 霞堤

鏡川南岸郷村側の堤防は、城下町治水のために低くさせられたと一般によく云われる。その真意についてはともかく、支流の合流する箇所では霞堤的に大きく切られており、郷村側へ逆流が流入する構造は、城下町絵図からよく読みとれる。北岸においても、五丁目付近では霞堤となっており、現旭地区の郷村部が遊れ帯となるような構造が示唆される。前述の五丁目の南北堤もそのための意味ももつ。

(4) 郭中の街路の方向性と治水

郭中部の南北街路は現都心部の西半の道路の方向に継承されている。正南北ではなく、北々西-南々西に傾いている。この街路の方向性は、郭中ブロックのプランを示すが、これは何に基づいたものであろうか。

『長宗我部地検帳』によると、この部分には一の坪などの条里地名が残っており、条里地割遺構の存在が推定できる。それを復元してみると図2のようになり、南岸や北郊の郷村部と連続する条里地域の一部ということが分かる。この条里地割の方向と郭中ブロックプランの方向性は近似的で、城下町建設にあたって、この水田区画が利用された可能性がある。

水田は灌漑されるよう配慮されたから、郭中プランも地形（微地形）と矛盾しない。つまり、排水的要素を含むことになるといえよう。

4. むすび

防災史を考える場合、時代を遡る程、資料が欠除する。この点から、土地に刻まれた資料（例えば地名、地割）やそれを記録した絵図資料などの活用も出来るのではないかという観点から若干の例示を試みた。大方の御教示を頂ければ幸いである。

引用文献

- 1)松本（島田）豊寿，1956. 内湾干拓新田の歴史地理学的研究，地理学評論，29-2.
- 2)高知市，1957. 高知市総合調査.
- 3)矢守一彦，1970. 都市プランの研究.
- 4)大脇保彦，1982. 土佐の条里，高知の研究，2.
- 5)高知市文化事業団，1988. 図録高知市史.

南海地震について

高知大学理学部附属高知地震観測所 助教授

木村昌三

1. はじめに

昨年、日本特に東北日本では大きな地震がたて続けに起こり、大地震の有無が世間の注目を引いた。一方、最近四国地方では有感地震はめったになく、地震国と呼ばれる日本の中でも有数の低地震活動の地域となっている。しかしながら現在のよう静穏の状態はいつまでも続かず、これ迄繰り返し起こってきた南海大地震が将来も起こり、四国地方は再び大きな被害を受ける。そこで南海地震の特徴や昭和の南海地震による被害、次の南海地震の予測の試み等についてまとめてみた。

2. 繰り返す南海地震の特徴

南海地震は地震の多い日本の中でも規模の大きな巨大地震であり、紀伊半島から四国沖合いをほぼ北東から南西方向に走る南海トラフより陸側の海底下を震源として、有史以来をみても幾度となく起こってきた。そして必ず大津波を伴った。一番最近の地震は昭和の南海地震（1946年）であり、さらに以前は安政（1854）、宝永（1707）、慶長（1605）と遡り、有史以来一番古い地震は日本書記に出てくる白鳳の南海地震（684）である（図1）¹⁾。このように一連の南海地震の繰り返し間隔は約90～150年である。南海地震を起こすエネルギーが地下の岩石中に蓄えられるにはこの程度の長い年月が必要であり、繰り返し間隔の幅から判断して南海地震が明日起こってもおかしくない状態は長ければ60年近くも続くことになる。

南海地震は単独で発生してきたのではなく、その東側に起こる東海地震と対になって起こってきたことが知られている。昭和の南海地震の約2年前には東南海地震が、安政の南海地震の1日半前には東海地震が起こっていたが、宝永の南海地震より前に東海地震が起こっていたかについて史料が詳しく調べられたがはっきりしなかった。宇佐の真覚寺の地震日記には安政の南海地震の前日に起こった東海地震による津波を鈴浪

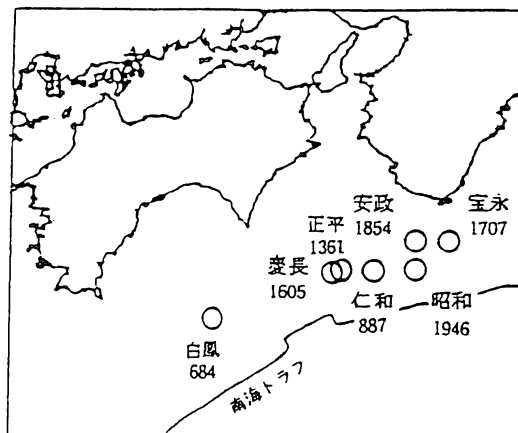


図1 理科年表に基づく南海地震の震央

と呼び、鈴浪は津波のさきかけとの記述が見られることから、安政より前の南海地震に際しても東海地震の方が先に発生していた可能性がある。このことは南海地震を予測する一つの手がかりとなる。

昭和の南海地震の前後では四国南岸に大規模な地盤変動が生じた。すなわち室戸岬と足摺岬で約1mの隆起、高知市および須崎市では約1mの沈降が見られた²⁾。同様の地盤変動は過去の南海地震に際しても認められている。

3. 南海地震による被害

南海地震は潮の岬から四国沖合いの海底下を震源域とするため、震動そのものによる被害に加え、津波による被害が加わって災害をさらに大きいものになっている。

規模の比較的小さかった昭和の南海地震は高知県全体では震度Vの強震（壁に割れ目が入る程度の震動の強さ）であったが（図2）¹⁾、地域的には震度VIの烈震（建物の倒壊率が30%以下）の所も多くあった。高知市を例にとると、鏡川下流域や浦戸湾周辺の堆積層の厚い所では建物の倒壊率は高く、岩盤が浅いところまで上がっている山麓部等では被害は小さい³⁾。また埋立地等の砂地盤で地下水位の高い所では地盤の液状化現象により不等沈下が起こり建物に被害を与えた。山間部では斜面の崩落や崖崩れ等があり、それぞれの地方、地域に特有の被害が現れた。

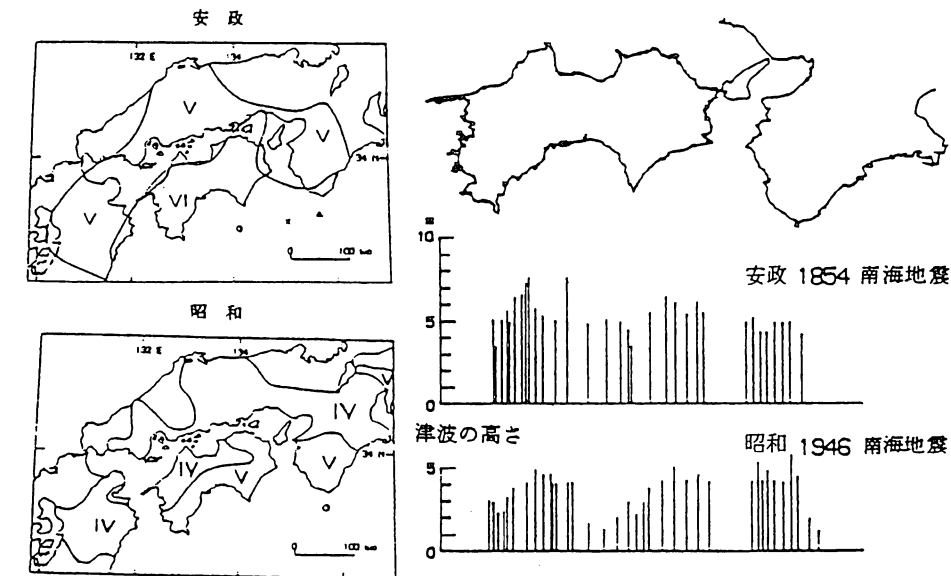


図2 昭和と安政の南海地震による震度分布（左側）と津波の波高分布（右側）

さらに二次的な災害として注意しなければならないのは火災である。昨年7月の北海道奥南西沖地震による奥尻島の青苗地区の火災が記憶に新しいが、南海地震の際の中村市での火災はその被害をさらに大きくした。火災の発生は地震発生の季節

や時間帯によって大きく異なってくる。

昭和の南海地震による津波の波源域は紀伊半島から土佐湾にまで及んでいたとみられる。このため、聞き取り調査によると津波の第1波は四国東部では10分前後、西部では20～30分程度かかって襲来した⁹⁾。そして四国の南岸では津波の最大波高が約5 mに達していた(図2)。なお、津波の波高が最大になるのは第2波、第3波であるので注意を要する。

将来の南海地震を考える場合、昭和の南海地震は震度および津波の波高が図2に示すように安政の南海地震と比べ一回り小さかったことに注意する必要がある。昭和の南海地震当時に比べ、最近では建物の耐震基準が高くなり、防波堤もかなり整備されてきているので災害の様子は異なってくるものと思われる。ただし、生活環境は多様化し、生産様式は大規模化、複雑化してきているのでこれらのことも考えておく必要がある。

4. 四国の地震活動

昭和の南海地震が起こってより間もなく50年を迎えようとしている。最近では高知市でも有感地震は非常に減ってきているが、高倍率の地震計で観測すると四国周辺では年間千個程度の小さな地震が起こっており、これらの地震の活動と南海地震の関係が注目される場所である。

一連の南海地震の中で地震観測が行われていたのは昭和の南海地震のみであり、この気象庁による観測結果は次の南海地震を予測する上からも貴重な資料である。同資料を基にM(地震の規模、マグニチュード)が4以上の地震について昭和の南海地震の前と後でどのように活動したかを示したのが図3である。同図は1928年以降からであり、この年は安政の南海地震以後約74年経過した年に当たる。同図に見られるようにMが4以上の地震は1928年以降しばらく発生していたが南海地震の数

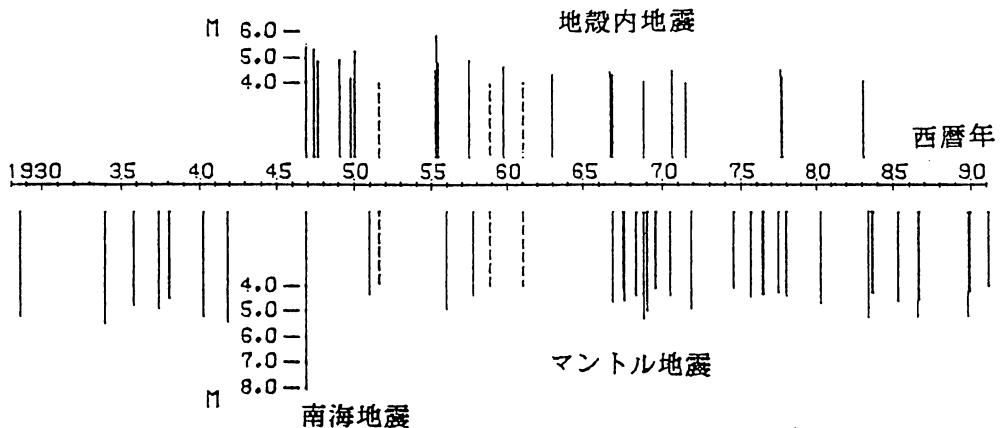


図3 南海地震前後におけるMが4以上の地震の時系列

年前からはその発生が見られなくなり、南海地震直後から活発化した。さらにMが小さくて、発生数の多い地震の活動についても南海地震の発生前には極端に低下していたらしい。ただし、南海地震前後は戦争による人手や物資の不足、戦災による観測の中断等があり、信頼できる観測が継続されていなかったのは非常に残念なことである。

本所の過去25年間にわたる微小地震の観測によって、Mのさらに小さい地震の発生回数が次第に減少している結果も得られており、このような減少傾向は次の南海地震直前まで続くであろう。大地震の予知の有効な方法が確立されていない現在、本所ではこの地震活動の変化が次の南海地震の発生を予測する手がかりの一つ、状況証拠になるものと考え、その変化に注目している。

引用文献

- 1) 岡野健之助, 1988. 四国の地震. 土佐出版社.
- 2) 沢村 武雄, 1967. 日本の地震と津波. 高知新聞社.
- 3) 廣木三郎編, 1949. 南海大震災誌. 高知県.
- 4) 羽鳥徳太郎, 1974. 東海・南海道沖における大津波の波源. 地震, 2:10-24.

高知県の土砂災害

高知大学農学部 教授

細 田 豊

1. はじめに

本県の顕著な土砂災害の事例を取り上げてみると、繁藤災害（昭和47年、梅雨前線）、仁淀川災害（昭和50年、台風5号）、吉野川上流域、鏡川流域災害（昭和51年、台風17号）、大豊町・寺内地区災害（昭和62年、梅雨前線）、大豊町・大久保地区、土石流災害（平成4年、台風10号）などが発生し、人命、財産、交通に多大の被害を及ぼした。この他に、大規模な崩壊の事例としては、土佐町・有間、大豊町・岩原（現在、治山工事中）、北川村・野川、葉山村・横川、現在大規模な崩壊の危険が予測される物部村・安丸地区（本年度から治山工事開始）がある。崩壊の引金作用は主に梅雨前線あるいは台風に起因する集中豪雨である。有間、岩原の崩壊の原因は地震のようである。

2. 降雨と崩れ¹⁾

2-1. 繁藤災害

昭和47年7月4～5日の梅雨前線の活動に起因する集中豪雨によって、JR土讃線繁藤駅背後の追回山の斜面が約10万 m^3 崩壊し、60名の犠牲者がでた土砂災害であった。一次崩壊は5日6時過頃（累積降雨量513mm）に発生し、二次の大規模な崩壊は10:55分頃（同781mm）に発生した。地質は秩父累帯、基盤岩は砂岩・粘板岩の互層、チャート岩を介在する。崩壊の原因は間隙水圧の急激な上昇と推測される。

2-2. 仁淀川災害^{2) 3)}

昭和50年8月17日、台風5号の集中豪雨による災害である。総降雨量は800～900mm、最大時間雨量は133mm（上八川）であった。崩れが集中的に発生した時刻は13～17時であったにも拘らず77名の犠牲者がでた。犠牲者が多かった一つの原因は、その地域の方々の雨慣れもあると思われる。表-1は斜面崩壊の一部資料である。

表-1（斜面崩壊の資料）

流域名	流域面積(km^2)	崩壊数	崩壊(箇所/ km^2)	崩壊面積(ha/km^2)	地質
安居川	50.83	1011	19.9	0.87	三波川帯
勝賀瀬川	35.97	905	25.2	1.26	秩父累帯

崩壊頻度が高い斜面方位は、両流域共、南～西であった。

2-3. 17号台風災害^{2) 3)}

昭和51年9月17号台風の豪雨による県中央部の災害である。8～13日の総降雨量は1600～1800mm、最大時間雨量は50～80mmであった。表-2は斜面崩壊の一部の資料である。

表-2 (斜面崩壊の資料)

流域名	流域面積(km ²)	崩壊数	崩壊箇所/km ²	崩壊面積(ha/km ²)	地質
瀬戸川	64.7	1291	19.6	0.84	三波川帯
大北川	30.5	463	12.8	0.58	三波川帯

崩壊頻度が高い斜面方位は、南～西であった。

両粘土の土砂災害の状況の相違を、対策工種についてみたのが表-3である⁴⁾。

表-3 (対策工事の種別)

災害年	砂防緊急	地すべり緊急	がけ崩れ
50	70	6	888
51	46	29	351

短い時間に強度な雨が降れば、崩壊現象が多く発生し、長時間にわたって多量の雨が降れば、地すべり現象が多く発生する傾向が推測される。恐らく地表面からの雨水の浸透量、地下水の増加量が崩れ現象に強く影響を及ぼした結果であろう。

2-4. 大豊町・東寺内地区災害

昭和62年7月14日の豪雨による崩れで、一人の犠牲者が出た土砂災害であった。崩れが発生するまでの累積降雨量は323mm、それまで5時間雨量は313mmの豪雨であった。地質は三波川帯の南縁帯で、崩積土約100m³が崩壊した。

2-5. 平成4年8月8日の土石流災害

台風10号に起因する豪雨で発生した土石流のために、大久保地区の国道32号線が通行不能となった土砂災害であった。災害発生までの累積降雨量は234mm、最大時間雨量強度は35mmであった。地質は清水構造帯であるが、土石流は崩積土の再移動によるものである。

3. 秩父累帯・三波川帯の表層土⁵⁾

大規模な斜面崩壊、地すべり現象は地質構造、地形条件との関わりが強いが、表層崩壊は浅い深度からの崩壊現象であるために、浅い土層の物理性が問題である。土研式簡易貫入試験、透水試験を実施した資料から、浅い土層の性状は以下のようである。

3-1. 秩父塁帯

簡易貫入試験によれば、Nc=50までの深度は、概略1.0~3.0mm前後である。表層土とされるNc=10までの深度は0.6m前後以下である。Nc=50前後の地層は強風化から中風化の岩層と推測される。表層土の浸透試験によれば、透水係数の範囲は主として $(1.0\sim 9.0) \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ である。雨水の浸透性は非常に良好である。

3-2. 三波川帯

調査地区は泥質片岩地帯である。簡易貫入試験によれば、Nc=10までの深度は1.0m前後以下である。Nc=50前後の地層は、恐らく強風化から中風化の岩層であろう。表層土の透水係数の範囲は $(1.0\sim 9.0) \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ が主であるが、 $(1.0\sim 9.0) \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ の値が計測される場所もある。雨水の浸透性は良好である。

両帯の基岩の風化過程は異なるはずであるが、表層土の浸透能についてみるかぎり大差はなさそうである。ただ表層崩壊現象をみたときに、三波川帯は片理面に支配される崩壊が著しい。

4. 土砂災害危険箇所⁹⁾

砂防課の資料によれば、土砂災害危険箇所は表-4のごとくである。

表-4 (土砂災害危険箇所、平成5年5月現在)

土石流危険溪流	地すべり危険箇所	急傾斜地崩壊危険箇所
2,206 (12)	170 (23)	3,536(3)

但し、括弧内の数字は全国順位である。県面積の約84%は山地、しかも山地の開析は著しく崩れが起り易い面、平坦地はできるだけ耕地として利用するために集落が山麓部に発達するためにガケ崩れが懸念されるなどから、土砂災害危険箇所が多い。

5. まとめ

本県の土砂災害の素因、誘因は、ほぼ東西性の帯状配列構造の四国山地に影響され豪雨が降ること、中~大起伏を呈する山地地形、地質が複雑なこと、それを反映した山地斜面形の多様性、急峻な山地のために溪流の侵食作業が旺盛なこと、などの自然条件と、土地利用の面からは、平坦地が少ないために集落が、緩斜面、山麓部などに発達する社会条件である。

昭和50、51両年の斜面崩壊が南向き斜面で多く発生したのも、四国山地の東西性の帯状配列構造のために、他の向きの斜面よりも雨の降る量が多く、また日射量も多いために基岩の風化度は強いことから、他の向きの斜面に比較して崩れ易かったと推測される。さらには短い時間の強い豪雨は、地層深くまで浸透することなく、

浅い土層を急激に飽和状態にするためか表層崩壊現象を多発する傾向がある。長い時間にわたる総降雨量が多い場合には、雨水の浸透が地層深い所まで及ぶためか、崩積土の厚い緩斜面では地すべり現象を誘発する傾向が認められる。三波川帯での崩壊現象は基岩の片理面の傾き方向が強く影響する。

林地の雨水の浸透能は良好であることから、浸透した雨水が集中し易い条件を有する斜面は崩れ易いわけであるが、必ずしも崩壊が起こるとは言えない。

斜面崩壊を予測することは現段階では不可能に近いから、防災の面では、Softな対策が重要視されなければならない。

引用文献

- 1) 栃木省二他, 1973. 昭和47年7月豪雨災害の調査と防災研究, :178-182.
- 2) 細田 豊, 1986. 昭和61年度学術講演会テキスト, :27-31.
- 3) 高知 県, 1977. 高知県地すべり等防災対策調査報告書.
- 4) 高知 県・砂防課, 1977. 高知の土砂災害-台風5号・17号台風災害.
- 5) 高知 県, 1992. 山地災害危険地調査総合解析報告書.
- 6) 高知 県・砂防課, 1993. 土砂災害について.

海岸災害について（高知における津波アンケート調査から）¹⁾

京都大学防災研究所 高知大学農学部
河田 恵昭 ・ 玉井 佐一・松田 誠祐
鹿島建設株式会社 五洋建設株式会社
西村 正夫 ・ 橋本 和久

1. はじめに

三陸沿岸や土佐湾沿岸などでは、かつて数千人以上の死者をもたらした巨大津波が、数十年から百年単位の間隔で発生してきた。住民にとっては被災後時間を経過するにつれて、悲惨な経験がともすれば風化し始めるとともに、被災経験の無い新住民の割合が増えるにつれて、防災の知恵や伝承が空洞化しつつある。その上、防災施設の充実はこれに過度に依存する傾向が見いだされるのも事実である。津波防災は、海岸構造物による外力制御と氾濫原の居住制限、予・警報による早期避難などの組み合わせによって実現されると言える。ここでは、とくに津波情報を取り上げ、上記2地点における現状とその問題点を示す。

2. 高知と三陸地方の津波災害

高知と三陸沿岸に襲った津波災害を一覧表にしたものが、表-1である。三陸の場合、慶長11年から昭和43年まで357年間に9回津波が来襲し、約40年に1度の割合となる。一方、高知のそれは、約100～150年であり、死者数においても三陸地方の方が高知に比べて多いことがわかる。したがって、歴史的には三陸地方の方が高知よりも頻度、被害規模とも上回っているといえる。

3. アンケートの解析結果

アンケートの解析結果は、記述方式を避けて、できるだけ表の形でまとめることにした。以下、その項目毎に結果の概要を示す。図-1にアンケート調査地区を示す。

- 3-1. 回答者の年齢層：624名の回答者の校区別年齢構成は表-2の通りであり、40歳代前半が多く、平均的には40歳前後である。
- 3-2. 回答者の職業：表-3に示すようにどの校区でも会社員が最も多く、須崎では第一次産業従事者がかなり存在し、三里は高知市のベッドタウンとして機能し、南海はその中間といえる。
- 3-3. 津波被災経験：1946年南海地震津波については、表-4のように、被害の大きかった須崎でも4人に1人が、そのほかの校区でも5人に2人が知らないと答えており、この数は今後増え続けていくと考えられる。

- 3-4. 体験談等の伝承：図-2に各校区別に津波の体験談を聞いた人とそれを話した人との割合を示す。これから、「聞く」人より「話す」人の方が少なく、被災経験が経年的に希薄化することに対応している。
- 3-5. 被災経験の有無による体験談等の伝承：表-5のように、南海地震津波を経験した人でも、個人的に体験談を周囲の人に話した人が40%弱しかいない。
(4)と合わせて、津波文化として後世に継承していくには、貴重な体験を多くの人に知って貰う努力を組織的にやる必要があることを示している。
- 3-6. 宝永・安政地震津波の知名度：(3)と同じ整理方法で、両巨大津波災害の知名度を調べたところ、津波常襲地帯に住んでいながら低頻度であるがために、回答者599名中76%に当たる459名が過去の津波災害を知らないという結果になっている。この「常襲地帯」という言葉が一般住民にはほとんど死語に近くなっていると言える。
- 3-7. 津波情報の入手：「もし何らかで津波警報や注意報が出ているのを知ったとすると、その後はどこからの情報を最も頼りにしますか」という問において、(3)と同様にグループ別に集計したところ、図-3のようにまとめられた。これから、津波災害の実態を知らないグループほど身近かな手段に頼る傾向が認められる。後述するように、被災経験の有無がこの点に如実に反映されている。

4. 三陸地方における津波アンケート結果との比較

三陸地方は、日本有数の津波常襲地域であり、その頻度の高さは近代に入ってから高知を上回っており、その被害においても同様である。このような同種の災害であるが、頻度も規模も違う地域において、その災害文化にどのような違いがあるのかを調べてみた³⁾。なお、比較資料として、「地震と情報」研究班(1982)⁴⁾及び五十嵐・船津(1990)⁵⁾のアンケート結果を用いた。

4-1. 津波情報の入手先

この質問結果をまとめたのが表-6である。これから、つぎのことが指摘できる。すなわち、高知では、災害時において、半数以上の人がある災害情報源をテレビ、ラジオ等のマスメディアに依存していることがわかる。一方、三陸沿岸では防災無線、サイレンなどの信頼度がテレビと同程度に高いことがわかる。すなわち、情報の入手経路が多様化しており、複数の経路を通じて入ってくるようになっている。三陸沿岸では明治・昭和の2度にわたる巨大津波災害が蒙り、そのため、高知に比べて広く津波の危険性が認識され、行政においても防災無線の設置や地域防災計画の見直しが活発に行われており、そこに住民意識の高揚の結果が表れていると考えられる。マスメディアの災害時における障害の発生の危険性を考えると、三陸沿岸のそれらは住民の知恵の反映と判断される。こうしたことから、災害のインパクトの大きさに比例して災害文化の形成が促進されると考えられる。

4-2. 津波防波堤の効果

津波に対する防波堤の効果に対する質問結果をまとめたものが表-7であり、三陸の結果も併せて示してある。これによると、津波災害の程度が高い地域の順（1. 三陸、2. 須崎、3. 三里・南海）に、防波堤に対する信頼度が高くなっていき、逆に、津波にかかわりが薄い地域ほど、防波堤の効果を低く評価する傾向にあるということがわかる。津波災害について人々が抱くイメージは、多かれ少なかれ錯覚が認められるようであるが、この比較から災害の経験の少ない方が災害のイメージを過大視する傾向があるということがわかる。

4-3. 自主防災組織の必要性

地域コミュニティにおける住民自身の防災活動の「拠点」として、自主防災組織（防災市民組織）が全国的に結成されようとしている。主として自治会・町内会単位で組織が結成されており、地域住民相互の協力と助け合いによる災害への対処を主眼として、平常時から防災訓練などの活動を行っている。このような防災組織の特徴は、従来の画一的な防災からその地域の地理的、社会的、及びその他の様々の特性（地域危険度や居住形態・コミュニティ特性など）に応じた実質的な活動が期待できることである。しかしながらこれらの組織のあり方や活動面に問題がないわけではない。自治会役員を中心とする結果をまとめたのが表-8である。「大いに必要である」の選択肢については、高知で34.4%、三陸で44.4%と三陸の方が10%ほど高く、それに「まあ必要である」と答えた人のパーセントを加えると、高知80.5%、三陸75.6%となる。つまり「必要である」と思う住民の割合は、どちらの地域においても約80%と高いことがわかる。自主防災組織は、前述のように、より実質的な活動が期待できるものであり、防災の重要な役割を担うものである。

4-4. 災害観

ここでは、つぎの3つの考え方を示して、災害観に地域性があるかどうかを調べてみた。すなわち、1) 天けん論：自然災害は天が人間を懲らしめるために起こすものである、2) 仕返し論：自然災害は人間に対する自然からの仕返しである、及び3) 周期論：津波はかなり周期的にくるものである、という考え方である。

これらの結果は、それぞれ表9、10及び11のようにまとめられた。これから、つぎのことが指摘できる。1) 天けん論については、高知の方が「共感する（賛成する）」の割合が35%であって、三陸の4%と比べて大変高いことがわかる。2) 仕返し論についても同様の傾向である。3) 周期論に関しては、三陸地方の方が「共感する（賛成する）」の割合が多い。災害観について、高知の中学校毎に検討を行ったが、その結果、中学校毎ではあまり回答分布に差が見られなかった。しかし、三陸地方との比較においては、大きな差が現れていることから、災害観は地域毎に形成されていくものであると考えられる。

また、このような回答分布の違いから、三陸地方の方が津波災害に対して冷静な

見方をしているという傾向がわかる。災害経験の豊富な地域の方がこういった傾向にあるのは、高知における風水害アンケートの結果（河田、1992）にも現れていたことである。また、津波災害がかなり周期的に起こっているという歴史的事実からすると、三陸地方の住民の方が津波に対して正確な知識を持っているといえる。

4-5. 津波のまえぶれ

津波のまえぶれとして代表的な5つをとり、その知名度を、高知と三陸について調べた結果が表-12である。三陸地方では、全体的にまえぶれの言い伝わっている率が高知に比べ高いことがわかる。これらのまえぶれをよく知っているからといって、津波災害の際、それらの知識が必ずしも役立つとは言いきれないが、よく知っているということは、津波への関心の高さを示すものである。

5. おわりに

主要な成果は下記の通りである。

1) 津波に関する経験・知識の伝承については、住民の発信の機会は受信の機会より少なく、時代と共に災害像が希薄化される傾向が明らかになった。これを定量化できれば、災害対応の訓練開始時期を決めることができる。

2) 津波災害常襲地帯では、過去の歴史津波に関する情報が住民に広く知れ渡っていないことが明らかになった。これを改善すれば、避難訓練や水防訓練の形骸化を防止するのに役立つと考えられる。

3) 津波情報の入手先が多岐にわたることは、住民に確実に情報が行き渡ると言う意味で重要であり、三陸沿岸の方が高知に比べて充実していると言える。

4) 津波防波堤の効果に対して、津波に関する知識・経験の少ない方が過大な期待を持っていることがわかった。このことは、津波防災を進める上で、住民に正確な情報を伝えることが重要であることを示している。

引用文献

- 1) 河田恵昭・玉井佐一・松田誠祐・西村正夫・橋本和久，1992. 比較津波災害論. 海岸工学論文集，39.
- 2) 五十嵐之雄・船津衛，1990. 三陸地方の津波災害文化に関する研究－田老町を中心にして－. 災害多発地域における災害文化の研究，文部省科学研究費重点領域研究成果，：61－113.
- 3) 河田恵昭・玉井佐一・松田誠祐，1992. 水害常襲地における災害文化の形成と衰退. 第11回日本自然災害学会学術講演会要旨集，：96～97.
- 4) 地震情報研究班，1982. 災害常襲地域における住民の災害観に関する調査報告－その1－. 東京大学新聞研究所，129p.

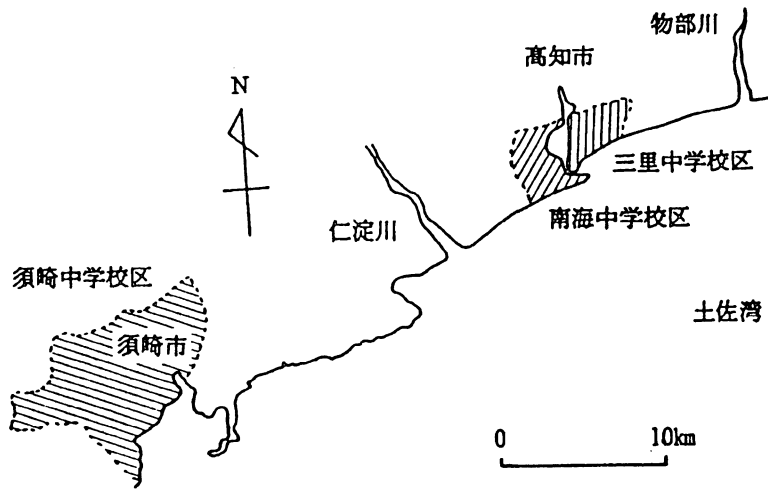


図1 アンケート調査の対象中学校区

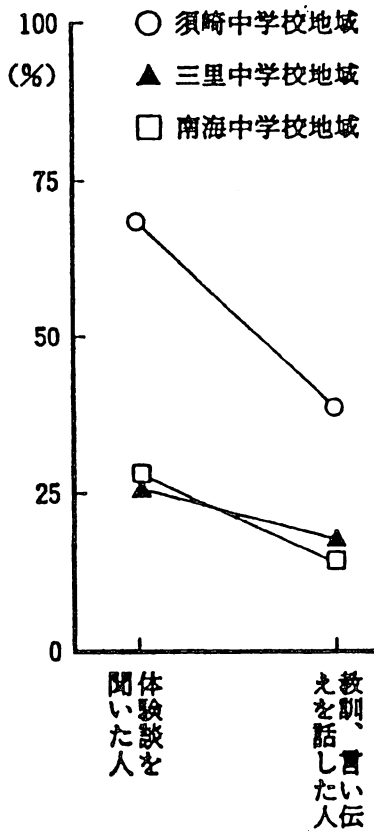


図2 津波の知識の伝承

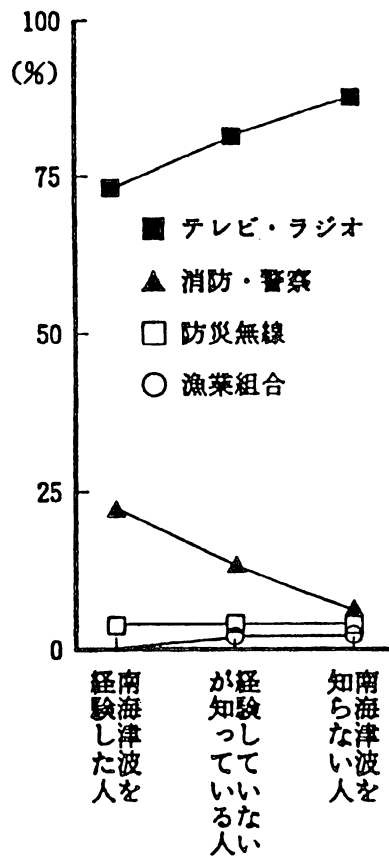


図3 津波情報の入手と経験の有無

表-1 高知と三陸沿岸で発生した津波災害

(a) 高知

No.	発生年 (年)	災害の名称	地震M	津波m	死者数 (人)	来襲間隔 (年)
1	1605	慶長地震津波	7.9	3	5,000	102
2	1707	宝永地震津波	8.4	4	4,900	147
3	1854	安政地震津波	8.4	4	106	92
4	1946	南海地震津波	8.1	3	670	14
5	1960	チリ地震津波	8.5	4	0	

(b) 三陸沿岸

No.	発生年 (年)	災害の名称	地震M	津波m	死者数 (人)	来襲間隔 (年)
1	869	貞観地震津波	8.6	4	1,000	—
2	1611	慶長地震津波	8.1	3	6,800	66
3	1677	延宝地震津波	8.0	2	500	74
4	1751	寛延地震津波	—	—	—	42
5	1793	寛政地震津波	8.25	2	16	63
6	1856	安政地震津波	8.0	2	26	40
7	1896	明治三陸地震津波	6.8	4	22,066	37
8	1933	昭和三陸地震津波	8.1	3	3,008	27
9	1960	チリ地震津波	8.5	4	119	8
10	1968	十勝沖地震津波	7.9	2	52	

表-2 回答者の年齢層

地域名	須崎	三里	南海
該当人数(人)	218	249	157
35歳以下(%)	6.9	2.8	4.5
36～40歳(%)	33.0	35.3	27.4
41～45歳(%)	38.1	43.8	42.7
46～50歳(%)	12.8	11.7	13.4
51歳以上(%)	7.3	5.6	8.3
不明(%)	1.8	6.3	3.8

表-3 回答者の職業

地域名	須崎	三里	南海
該当人数(人)	218	249	157
会社員(%)	29.9	48.2	37.6
公務員(%)	4.1	7.6	7.6
漁業(%)	3.7	0	7.1
水産業(%)	0.9	0.4	0
農・林業(%)	12.8	1.2	0
白営業(%)	18.8	13.3	12.7
その他(%)	24.3	25.7	26.1
不明(%)	6.4	3.6	8.9

表-4 1946年南海地震津波の経験の有無

地域名	須崎	三里	南海
該当人数(人)	213	245	155
経験した(%)	13	6	8
経験していないが知っている(%)	65	6	52
知らない(%)	23	39	40

表-5 津波経験の有無による知識の伝承

経験の有無	南海地震津波を経験した	南海地震津波を知っている	南海地震津波を知らない
該当人数(人)	41	271	148
話したことがある(%)	37	22	8
話したことがない(%)	63	78	92

表－6 津波情報の入手先

地 域 名	高 知 (%)	三 陸 (%)
回 答 人 数	5 5 3 人	2 6 6 人
テ レ ビ	5 6 . 6	3 3 . 8
ラ ジ オ	2 5 . 4	—
防 災 無 線	3 . 8	2 8 . 2
サ イ レ ン	—	3 2 . 3
消 防 士 ・ 団 員 ・ 警 察 員	1 1 . 2	2 . 6
漁 業 組 合	2 . 1	—
役 場 の 人	—	1 . 1
そ の 他	0 . 5	0 . 4

表－7 津波防波堤の効果

地 域 名	高 知 (%)			三 陸 (%)
	南 海	三 里	須 崎	
回 答 人 数	1 5 0 人	2 3 5 人	2 0 6 人	2 3 8 人
十 分 可 能	4 . 7	6 . 0	7 . 8	1 3 . 4
ま あ 可 能	5 6 . 7	5 3 . 6	6 0 . 7	6 6 . 4
あ ま り	2 6 . 7	3 5 . 3	2 7 . 2	1 2 . 2
全 く 不 能	1 2 . 0	5 . 1	4 . 4	0 . 8
そ の 他	—	—	—	0 . 8
分 ら な い	—	—	—	6 . 3

表－8 自主防災組織の必要性

地 域 名	高 知 (%)	三 陸 (%)
回 答 人 数	5 8 6 人	2 6 6 人
大 い に 必 要 で あ る	3 4 . 3	4 4 . 4
ま あ 必 要 で あ る	4 6 . 2	3 1 . 2
余 り 必 要 で な い	1 1 . 5	6 . 4
ま っ た く 必 要 な い	1 . 9	0 . 8
わ か ら な い	—	1 1 . 7
無 回 答	6 . 1	5 . 6

表-9 天 け ん 論

高 知 (%) (577人)		三 陸 (%) (185人)	
自然災害は天が人間の愚行を懲らしめようとして起こすものである。		人間を懲らしめるために天が津波を起こす。	
大いに共感する	8	2	大いに賛成する
やや共感する	27	2	まあ賛成する
余り共感しない	36	15	余り賛成しない
全く共感しない	29	76	全く賛成しない

表-10 仕 返 し 論

高 知 (%) (558人)		三 陸 (%) (163人)	
自然災害は人間の自然破壊に対する仕返しである。		津波は人間に対する自然からの仕返しである。	
大いに共感する	19	2	大いに賛成する
やや共感する	43	7	まあ賛成する
余り共感しない	22	16	余り賛成しない
全く共感しない	16	77	全く賛成しない

表-11 周 期 論

高 知 (%) (585人)		三 陸 (%) (182人)	
津波はかなり周期的にくるものである。		津波は周期的に起こるものである。	
大いに共感する	7	12	大いに賛成する
やや共感する	24	34	まあ賛成する
余り共感しない	39	21	余り賛成しない
全く共感しない	29	33	全く賛成しない

表-12 津波のまえぶれ

地 域 名	高 知 (%)	三 陸 (%)
回 答 人 数	624 人	266 人
魚や貝が異常に多く取れる	11	30
井戸水が低くなる	29	69
鳥や動物に異常行動がみられる	38	—
川の流れに変化がある	13	31
潮の流れに変化がある	26	36

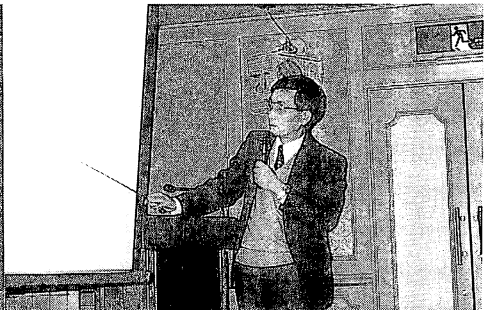
☆ 公開シンポジウム「高知の防災を考える」
開催

黒潮圏研究所と近自然河川工法研究会主催により、1994年1月7日に高知市内の高知会館で公開シンポジウムが開催された。公開シンポジウムは、毎年、その年に話題になっているテーマを取り上げて行われてきたが、

1993年は地震や台風などの災害の多い年であったので、見近かな防災を考えることになった。新年早々であったが、行政関係者・建設関係者のほかに、一般県民の参加者も多く、100名ほどの参加者があった。参加者はメモを取りながら熱心に聴講し、また、討議も活発に行われた。



盛況であったシンポジウム



四人の講演者 大脇保彦 (左上)、木村昌三 (右上)、細田 豊 (左下)、玉井佐一 (右下)

☆ 高知新聞に「研究室から」の連載始まる

黒潮圏研究所からの第3弾の高知新聞連載が上記の題で、1993年7月より始まった。今回は高知県下のユニークな研究室を紹介するという企画で、副所長の玉井佐一教授らがお世話をして、既に高知大学の研究室から33回の連載が行われているが、随時連載が続いている。

☆ 1993年10月より、四国テレビ公開講座「黒潮のめぐみ」が実施される

四国の大学で開講されているテレビ公開講座の1993年度の担当が高知大学であり、1993年10月より週1回、全13回（1回45分）、高知放送のチャンネルを使って行われた。今回のテーマは「黒潮のめぐみ」であり、多くの講座は黒潮圏研究所の所員が担当した。講座はつぎのような内容であった。

- 1) The kuroshio — そのふるまいと土佐湾への影響 —
- 2) 海陸風をさぐる — 海面と陸地上の大気の相互作用 —
- 3) 海は作られる — 西南日本周辺海域の新しい地殻変動 —
- 4) 露岩が語りかける — 海に向かって成長する四国 —
- 5) 黒潮からの贈りもの — その生物と人間のかかわり —
- 6) 海を渡ったカサボコ — 沖の島の盆行事と土佐の念仏芸能 —
- 7) 黒船の脅威 — 幕末土佐藩の海防政策とその影響 —

8) 土佐の一本釣り — カツオ漁業の現状と海洋資源 —

9) 黒潮の生き物たち — サンゴの海とマングローブ林のロマン —

10) 黒潮の魚たち — 魚類相とウナギのたび —

11) 資源回復への道 — 生態ピラミッドと栽培漁業 —

12) 深層海水 — 豊かな海の資源をいかに利用するか —

13) 黒潮・人・いきもの — 3つのアプローチ —

☆ 「黒潮と土佐」出版される

1992年の高知新聞に82回にわたって連載された「黒潮のめぐみ」が、高知新聞社から3月に、単行本として出版される予定であり、目下、印刷中である。

☆ 平成5年度教育研究学内特別経費

当研究所の運営費の交付とともに、所員によって組織された研究プロジェクトに研究費が交付された。

テーマ：土佐湾沿岸地域の海上交通と民族文化に関する歴史地理学的研究。

大脇保彦・井出幸男・内田忠賢・吉成直樹の所員によって、土佐湾沿岸の近代以前の海上交通の実態を、特に他の地方との交流に焦点を当てて実証的に明らかにし、一方、沿岸部地域の伝統的な文化民族の要素との関係について検討するものである。

組織及び所員名簿

(平成6年2月19日現在)

所長	中内光昭	高知大学学長	副所長	玉井佐一	高知大学農学部教授
顧問	上森千秋	高知大学名誉教授	顧問	梅澤俊一	高知大学名誉教授
〃	落合明	高知大学名誉教授	〃	八塚剛	高知大学名誉教授
〃	畑幸彦	高知大学名誉教授	〃	竹田正彦	高知大学名誉教授
〃	山根三芳	高知大学名誉教授	〃	今井嘉彦	高知大学名誉教授

区分	氏名	職員及び講座名	現在の研究分野	当研究所における研究題目
----	----	---------	---------	--------------

[基礎理学研究部]

部長・ 所員	岡村 収	高知大学理学部教授 海洋生物学	魚類学	魚類の分類・生態学的研究
〃	古都隆弘	〃 理学部教授 機能生物学	生化学	海産無脊椎動物のタンパク質化学及び酵素化学
〃	町田吉彦	〃 理学部教授 海洋生物学	魚類分類・生態学	底生魚類、特にアシロ目魚類の分類・生態学的研究
〃	佐々木邦夫	〃 理学部助手	魚類学	魚類の系統分類学的研究
〃	水田 俊	〃 理学部教授 発生学・細胞生物学	植物生理学	海藻の形態形成に関する研究
〃	種田耕二	〃 理学部助教授 機能生物学	動物生理学・行動生理学	原生動物の細胞生理・行動生理、魚類の呼吸生理
〃	川村和夫	〃 理学部助教授 発生学・細胞生物学	発生学	ホヤ類の細胞相互作用、細胞増殖形態形成、制御機構
〃	石川慎吾	〃 理学部助教授 分類生態学	植生学及び帰化植物の動態	河口域及び海辺の植物生態学的研究
〃	鈴木知彦	〃 理学部助教授 機能生物学	比較生化学	黒潮圏に産する動物の呼吸色素に関する比較生化学的研究
〃	奥田一雄	〃 理学部助教授 発生学・細胞生物学	植物生理学	海藻の形態形成に関する生理学的及び細胞学的研究
〃	越智雅光	〃 理学部教授 有機化学	天然物化学	海洋生物の生理活性成分に関する研究
〃	小槻日吉三	〃 理学部助教授 有機化学	天然物化学	海産天然物の生理活性と合成とその評価
〃	藤原滋樹	〃 理学部助手 発生生物学	発生生物学	ホヤ類の初期発生および出芽過程における細胞分化の分子生物学的研究

[資源科学研究部]

部長・ 所員	満塩大洗	高知大学理学部教授 海洋地質学	海洋地質学・堆積学	土佐湾周辺海域の海底地質構造発達史及び四国地方の海水準変動史
〃	山崎仲道	〃 理学部付属水熱化学実験所教授	水熱化学	海底資源の有効利用に関する研究
〃	田代正之	〃 理学部教授	古生物学	黒潮圏の貝化石の研究
〃	東正治	〃 理学部教授 資源地学	鉱物学	粘土鉱物を中心とした鉱物資源の研究
〃	岡村真	〃 理学部教授 海洋地質学	海洋微古生物学	土佐湾周辺海域の微古生物学的研究
〃	西沢均	〃 理学部助教授 物性化学	白亜紀の微古生物学 個体無機合成化学	土佐湾の海底無機資源の研究
〃	中川昌治	〃 理学部助手	鉱物学	黒潮圏における鉱物・鉱床に関する研究
〃	近藤康生	〃 理学部助手 層位学・古生物	古生物学	黒潮圏の現生および化石二枚貝類の研究

[生物生産学研究部]

部長・ 所員	楠田理一	高知大学農学部教授 水産病理学	水産病理学	海産魚の細菌性ならびにウイルス性疾患に関する研究
〃	谷口順彦	高知大学農学部教授 水産生態学	水族遺伝育種学・魚類学	黒潮系魚類の集団遺伝学的特性の把握
〃	永森通雄	〃 農学部教授 造林学	造林学	四国太平洋周辺地域の森林植生に関する研究

所員	示野貞夫	高知大学農学部教授 水族栄養学	魚類栄養学・比較生化学	暖水性海産魚の栄養要求及び物質代謝に関する研究
〃	小 晶 渥	農学部教授 水産利用学	水産利用学	高知県特産水産加工品の製造化学的研究
〃	川 合 研 兒	農学部助教授 水族病理学	魚類免疫学・微生物学	魚類の感染症と免疫に関する研究
〃	伊 藤 慶 明	農学部助教授 水産利用学	水産利用学	高知県特産水産加工品の製造化学的研究
〃	山 岡 耕 作	農学部助教授 水族生態学	魚類生態学・生活史	暖水性魚類の生態と生活史に関する研究
〃	細 川 秀 毅	農学部助教授 水族栄養学	水族栄養学	海産魚のビタミン要求に関する研究
〃	鈴 木 聡	農学部助教授 水族病理学	水族病理学	魚類病原海産細菌の分子生化学に関する研究
〃	益 本 俊 郎	農学部助手 水族栄養学	水族栄養学	海産魚の栄養代謝に関する研究
〃	大 野 正 夫	海洋生物教育研究センター教授 海洋植物学	藻類生理生態学	黒潮海域における海洋牧場システムに関する研究
〃	榎 田 晋	海洋生物教育研究センター助教授 魚類増殖学	魚類増殖学	黒潮海域周辺に棲息する魚類の種苗生産に関する研究
〃	岩 崎 望	海洋生物教育研究センター講師 海洋動物学	プランクトン学	甲殻類プランクトン・マイクロネクトンの生態学研究

〔防災科学研究部〕

部長・所員	近 森 邦 英	高知大学農学部教授 利水工学	農業水文学	水温躍層内の水温変動と混合及び濃度躍層の変動と混合に関する研究
〃	玉 井 佐 一	農学部教授 防災水工学	海岸工学	海岸地形の変動特性とその予測に関する研究
〃	鈴 木 堯 士	理学部教授 岩石学・鉱物学	岩石学・地球科学	西南日本外帯における山地及び沿岸災害の発生機構と予知に関する研究
〃	紙 井 泰 典	農学部助教授 利水工学	農業水文学	水温分布と変動・海面蒸発量に関する研究
〃	松 田 誠 裕	農学部助教授 防災水工学	水文学	豪雨の集中度に関する研究

〔環境科学研究部〕

部長・所員	西 島 敏 隆	高知大学農学部教授 水族環境学	海洋生態学	海洋における微生物学的従属栄養過程に関する研究
〃	北 条 正 司	理学部助教授 環境化学	環境化学・分析化学	河口海域における物質の動態に関する研究
〃	安 田 尚 登	理学部助手 海洋地質学	微古生物学・古海洋環境論	活動縁辺域における海洋古環境
〃	深 見 公 雄	農学部助教授 水族環境学	海洋微生物学	植物プランクトンと細菌類の相互関係に関する生理・生態学的研究
〃	吉 川 義 一	農学部教授 土壌学・肥料学	土壌肥沃度論	施設栽培土壌における養分動態
〃	木 村 晴 保	農学部教授 水産土木学	水産土木学	内湾の海水流動と物質収支
〃	宗 景 志 浩	農学部助教授 水産土木学	水産土木学	内湾の海洋物理環境の研究
〃	伴 道 一	農学部助手 水産土木学	水産土木学	成層水域の流動と物質輸送に関する研究
〃	三 好 英 夫	海洋生物教育研究センター教授 海洋微生物学	海洋微生物学	嫌気性深海微生物の分離と培養法の確立
〃	澤 本 博 道	教育学部教授 電気分析化学	電気分析化学	河川水中の重金属の電気分析化学的研究

〔人文・社会科学研究部〕

部長・所員	大 脇 保 彦	高知大学教育学部教授 歴史地理学	歴史地理学	中世土佐の地理空間の復元
〃	篠 原 義 彦	教育学部教授 国文学	国文学	土佐の古典研究
〃	那 須 恒 夫	教育学部助教授 英語教育学	言語学	オーストラリアの言語学

高知大学黒潮圏研究所研究員名簿

(平成6年2月19日現在)

区分	氏名	所	属	現在の研究分野	当研究所における研究題目
〔基礎理学研究部〕					
	税 所 俊 郎	鹿児島大学教授	水産学部	水産動物学	南日本におけるイセエビ類およびその幼生の分布, 生態に関する研究
	寺 崎 誠	東京大学助教授	海洋研究所	プランクトン学	動物プランクトンの生態学的研究
	中 村 泉	京都大学助教授	付属水産実験所	魚類学	マグロ, カジキ類を中心とする大型表層遊泳性魚類の分類と生態に関する研究
	淡 路 敏 之	高知女子大学助教授	家政学部	海洋物理学	黒潮変動に伴う陸棚沿岸水の力学過程
	関 根 義 彦	三重大学助教授	生物資源学部	海洋物理学	日本南岸の黒潮流路の変動の研究
	稲 森 潤	東京学芸大学名誉教授		岩石学	サンゴ礁に関する研究
	古 屋 八重子			水生昆虫学	陸水産の底生動物の生態
	池 永 宏	(株)三洋テクノマリン		海洋物理学	大洋の深層水の循環機構に関する研究
	韓 明 黎	Hanyang大学(韓国)助教授	生物学科	プランクトン学	植物プランクトン生態学
	ベンジャミンゴンザレス	高知大学院生		海洋生物学	ネズボ科魚種の生態学的研究
〔資源科学研究部〕					
	水 野 篤 行	愛媛大学教授	理学部	海洋地質学	土佐湾及びその周辺海域の海底地質・鉱物資源の研究
	安 田 孝 志	岐阜大学助教授	工学部	海岸工学	非線形不規則波浪に関する研究
	根 元 謙 次	東海大学講師	海洋学部	海洋資源学	大陸棚部における海底地質構造解析, 堆積物の移動・流動現象の研究
	篠 原 成 郎	岐阜大学助手	工学部	海岸水理学	ソリトンによる不規則海岸波浪に関する基礎的研究
	加賀美 英雄	城西大学教授	理学部	海洋地質学	海底地質構造学に関する研究
	前 田 晴 良	京都大学助手	理学部	古生物学	土佐湾周辺海域の古生物学的研究
	橋 本 那 俊	(株)三洋テクノマリン		海洋地質学	黒潮圏における底質の移動と地質構造
	キールティ シリ グルゲ	高知大学院生		海洋地質学	土佐湾及びスリランカ周辺海域の海洋地質学的研究
〔生物生産学研究部〕					
	木 島 明 博	東北大学助教授	農学部	魚類遺伝育種学	黒潮圏魚介類の集団構造に関する生態遺伝学的研究
	河 原 栄 二 郎	北里大学助手	水産学部	水族防疫学	魚類病原細菌の生産する溶血毒素に関する研究
	木 村 清 志	三重大学助手	付属水産実験所	魚類学	沿岸性魚類の資源生物学および初期生活史に関する研究
	坂 口 守 彦	京都大学助教授	食糧科学研究所	魚類生化学	魚介類における含硫アミノ酸の代謝に関する研究
	東 健 作	(株)西日本科学技術研究所	研究員	魚類学	アユの初期生活史
	木 下 泉	京都大学 助手		稚魚学	黒潮水系の稚魚類の形態・生態
	高 橋 勇 夫	(株)西日本科学技術研究所	研究員	稚魚学	アユの生態研究
	浜 田 理 香	(株)西日本科学技術研究所	研究員	卵学 プランクトン学	土佐湾沿岸の動物プランクトン相

藤田真二 (株)西日本科学技術研究所 稚魚学
研究員

黒潮水系河口域の稚魚の生態

〔防災科学研究部〕

重村利幸 防衛大学教授 土木工学 海岸工学

浮体の挙動及び海岸構造物の波力に関する研究

林建二郎 防衛大学講師 土木工学 海岸工学

構造物に作用する流体力および構造物周辺の局所洗掘に関する研究

三井宏 徳島大学教授 工学部 海岸工学

高波災害の防止対策、沿岸・海洋空間の多目的利用に関する研究

上田寿 高知大学名誉教授 気象学

土佐沿岸の風に関する研究

村上仁士 徳島大学工業短期大学部 海岸工学
教授 土木工学科

沿岸域の水理環境に関する研究

筒井茂明 琉球大学助教授 工学部 海岸水理学

海岸波浪の浅海変形と碎波に及ぼす風の影響に関する研究

一色健司 高知女子大学講師 分析化学および
家政学部 地球化学

天然水中の微量元素の濃縮分離と溶存状態に関する研究

〔環境科学研究部〕

伊藤猛夫 愛媛大学名誉教授 生態学

水域生態系の環境変化による変化

岡市友利 香川大学教授 海洋生化学

浅海域における低次生産生物をめぐる物質循環

立川涼 愛媛大学教授 環境化学

農薬及び重金属の海洋生態系における挙動

柳哲雄 愛媛大学助教授 海洋学

沿岸海洋過程に関する研究

〔人文・社会科学研究部〕

山田幸宏 姫路獨協大学 言語学

土佐海洋史（郷土史）

永国淳哉 日米学院院長 社会言語学

小田静夫 東京都教育庁文化課埋蔵文化財係 先史考古学
学芸員

環太平洋地域における先史文化の動態に関する研究

編集委員会から

当黒潮圏研究所は巻頭言にありますように、創立以来8年も経過しています。毎年、シンポジウムなどを開催してきましたし、また、特別研究も行ってきまして、「くろしお所報」も今回で9号を数えるほどになりました。また、「特別号」の8巻もまもなく出版される予定です。

さらに、副所長をやっていたいただいた、農学部の玉井佐一教授が今年3月退官の予定です。それに従って、副所長は理学部の岡村収教授が就任する予定となります。

今回の9号は、農学部の玉井佐一教授から研究ノート、および、宗景志浩先生からは研究レビューの玉稿をいただきました。また、ルチマト・ヌルダー両氏とグルゲ・満塩氏からも特別寄稿していただきました。

今後ともに、皆様のご指導・ご鞭達をお願い致します。

編集委員

満 塩 大 洸 (委員長)	玉 井 佐 一
岡 村 収	楠 田 理 一
大 野 正 夫	西 島 敏 隆
近 森 邦 英	大 脇 保 彦

高知大学黒潮圏研究所 所報

く ろ し お No. 9

印刷 平成6年2月19日

発行 平成6年2月19日

高知大学黒潮圏研究所

〒780 高知市曙町二丁目5-1

(高知大学事務局内)

T E L 0888-44-0111

印刷所 西村 謄写堂

〒780 高知市上町1丁目6-4

T E L 0888-22-0492

F A X 0888-25-1888
