

# 韓半島周辺の海洋地質(1)

— Marine Geology of Korean Seas —

“Copyright 1983 IHRDC, 137 Newbury Street,  
Boston, Ma00216. All Rights Reserved”

Sung Kwun Chough\*

訳 満塩 大洗\*

## 訳者の前書き

このたび、国際ハイウェイプロジェクトの一環として、日本と韓国の上にトンネルを掘削しようという、まさに国際的な大計画があるのを知って、驚ろき、かつ、嬉しくなった。というのは、北米・南米・欧州・アジア・アフリカの五大陸に足を運んだ訳者としては、かねがね日本の国際的孤児ということを感じており、海という地理的バリア(古生物学で言うところの、生物分布を妨げる障壁)および異民族という心理的、あるいは、人文・社会学的な heterogeneous 性を乗り越えるのは、まさにハートとラブ(これは、アナハタチャクラ胸腺のチャクラで、万物をいつくしむ愛)という四次元世界、および、三次元世界(この世の物質世界)においては橋をかけたり、トンネルを掘削して両国間をつなぐというテクニックをいっしょにしたもので、これらを克服しなければならないと考えているからである。

いっぽう、韓国の人々も諸外国に発展しているが、もし小松左京氏の小説のように沈没してしまうと、日本と同様に帰る所がなくなってしまう。それ故にこそ、両国はいろいろな意味で交流を深めねばならないのである。

「国際的」あるいは、「国際化」ということが言

われて久しいけれども、ここでこれらの語の意味を考えていただきたいと希念するのである。Inter-national とは、National (松下氏の会社もあるが、ここでは、「国民」という意味の形容詞)の inter (「間」という意味で、インターハイスクールの野球戦が、甲子園の全国高校野球戦のことである) という意味であるから、「国民の間」ということなのである。すなわち、「多国の国民の間」ということである。又、「国際」という語は、「国の際」ということであって、英語のような意味は出てこないようである。「国のまじわり」という意味もあるが、これは「国交的」であり英語には無いけれども Inter-countries ということであって、人々のまじわりとは少し異質のようである。それ故に、韓国と日本の間には、植民地—被植民地の過去の関係、さらには、北と南との分断という、人文・社会科学的な軋轢等々を乗り越えるものは、前述のような、四次元科学(宗教・精神界)と三次元科学(技術)の統合しかないと思うのである。

「多国の国民の間」ということを考えてみると、まず、日本の隣国は太平洋をはさんで米国があることは確かであるが、もっと近い隣には、韓国(北朝鮮)・中国・ソ連も存在している。さて、「多国の国民」が使用しているのは、それぞれの国の言葉であり、米国語(英語)は大多数の日本人は知っているようだが、中国語・ロシア語を知る人は非常に少なく、한글にいたっては殆んど知らない人

\*ソウル大学助教授

\*\*高知大学教授

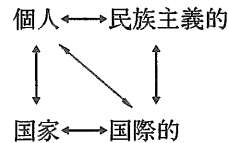
ばかりである、最も近い隣国であるのに！ しかも、奈良県のナラは「나라」であって、国を意味しているというのに（満塩、1976、高知県百科事辞）！ さらに、高松塚の古墳の壁画は昔の韓国の古い風俗と同様というのというのに！ また、日本は일본（イルボン）と呼ばれていることも日本人は知らない人が多すぎるのではなからうか？「多国民の間」なら、せめて隣国のハンゲルくらいもう少し知ってもよいのではなからうか。

そこで、このたび「Marine Geology of Korean Seas」を翻訳する機会があって、両国間を結ぶ、「心のかけ橋」あるいは「心のトンネル」の一支柱となればと希念して、これに力を注いだわけである。

訳出にあたっては、한글には漢字をあてるべきという意見も多からうが、結局は漢字の読み方は日本では「漢」の時代で、韓国では、より以前の読み方であるので、日本式の片仮名を当てるべきというのが、私の意見である。例えば、海という字は、「ウミ」と「カイ」であるように、日本では「바다 (pada)」と「애 (he)」という訓読みと音読みがあるのである。また、【 】内は訳者が附加したものであり、韓海峡は【対馬海峡】であり、ドク島は【竹島】である。

この本の著者は、ソウル大学の海洋地質学の助教授で、まさに poly-linguistic で多国語で書かれている文献を収集しており、国際的に活躍している。ソウル大学には海洋学教室があるのに、日本では東海大学に海洋学部はあるが、「海洋学士」や「海洋学修士・博士」はなく、琉球大学理学部に海洋学科があるのみである。それ故にこそ、私は「海洋学部」を創立すべく、頑張っているのである。地球の表面の70%も占めているというのに、さらには、日本は「海洋国家」であるはずなのに、何とまあ「島国」になっていることか？

最後に、「国際的」ということの裏返しは「民族的」ということであり、私の経験上からみて、外国で己を主張しないのは、「こんやく、か、なまこ」であり、日本人は不信感をもたれるのである。個人のレベルで言えば、正当に「自己主張」することは、国家のレベルで言えば「国の主張」である。すなわち、



この図式が成立するのである。

訳 満塩大洗  
高知大学理学部地質学教室  
海洋地質学講座

#### 著者について

スン・クウン・チュウ（学術博士）は、韓国のソウル国立大学における海洋地質学の助教授である。彼は韓半島周辺の海域の、多数の地質調査プロジェクトに参加して、多くの言語で存在しているすべての研究の要約を最初にここに集めたのである。韓国エネルギー・資源研究所および韓国海洋研究発展研究所の両方とも、海洋地質学・地球物理学研究チームの科学顧問として時おり彼は奉仕している。また、彼は、米国石油地質学者協会・米国地球物理学連合・経済的古生物学者および鉱物学者協会・国際堆積学者協会・米国地質学会・韓国地質学会・韓国海洋学会・シグマザイ[科学調査協会]の会員である。

#### 前 文

韓半島と境している浅海と深海は、これらの海が繁栄をもたらすだろうと信じている韓国民の好奇心をひいたのみならず、同様に、科学的な諸調査をも刺激してきた。

最近の20年間、すなわち合衆国や欧州諸国の戦後の開拓者的な努力以後の20年間に、一連の韓国人地質学者達が、海底およびその表面を基本的な器機類でもって探査を始めた。このグループは韓国動力資源研究所の海に出る調査チームによって指導された（KIER, 以前の韓国地質調査所, 韓国地質鉱物研究所, および, 韓国地球科学鉱物資源研究所）。海底の地図を作り、その下の堆積層を同定するために、チームは毎年比較的小さい海域をカバーして、浅い構造（ふつつ80m以浅）および海岸線から約80km以内の海底堆積物の特徴に焦点をしばった。

専門の研究所と政府支援の調査研究所の韓国海洋研究発展研究所 (KORDI, 1973年設立) における海洋地質学者達もまた, KIER チームと協同して研究を遂行する役割をになった。進歩した外国および国際機関との多数の協同研究が, 現在までの間に, 目的とされた海域において, 鉱物や石油・ガスの資源探査で, 基礎的な地質情報を収集するためになされてきた。いっぽう, 東海 (日本海) は, 米国・日本・ソ連, そして最近では韓国の地質学者による, 多数の調査の目標とされてきた。

多くの興味ある論文が, 韓国の地質学者によって (いくつかは外国の地質学者といっしょに), たいていは国内誌あるいは未公表の論文として書かれてきた。しかしながら, これらの地質学者は, 韓半島周辺の海域の地質に興味をもった他の人々にはめったに認められなかった。これは韓国のまわりの海域についての要約に適当な時であるようにみえる, 何故ならば有用な情報が若干の一般化に対して今は十分であるからである。

このモノグラフは1981年の秋にまとめられたのである。それは一冊の参考書としてのみならず, 国立ソウル大学 (SNU) での海洋学教室の, 海洋地質学コースにおける大学院生へのガイドとして書かれたものである。この目的のために, 周辺海域の地質構造・堆積相・地史, およびそれらに働いた地質学的プロセスに私は焦点をしばった。

この本は, 沿岸や河口でのプロセスのような韓国周辺の海域の海洋地質の各概要に関する学術論文ではない。むしろこれは, 沖合でのデータによって認められた若干の事実や問題に制限したものである。一般的に, 流れ・温度・塩分のような物理的指標類は, 堆積物の運搬・堆積のいくつかの最近の諸過程を議論するのに必要な以外には, 取扱っていない。韓半島の北部 (38度線に平行な北部, DMZ【軍事境界線】) に関する私達の知識の欠如のために, この総括は大韓民国沖合の海底のみを強調している\*。

※この本に表現されている地理上の名称は現在使用されている文法, すなわち, 韓国教育省によって提唱されたシステムにおおむね従い, そして英語の発音は韓国標準によって代表されている。誤記されたか, あるいは, 不適当であった, 以前の表現や名称は, 多くの場合, かつこで示されている。

## 1. はじめに

### 1.1 以前の研究

韓国周辺の海域は地質学的にユニークである (図-1.1)。黄海 (あるいは西海) は浅くて (約100m 以浅), 後氷期に沈水した浅海であり, その東側はリアス式海岸の長い延長によって区切られている。東海【日本海】<sup>\*</sup> は日本海の西部をなし, 直線状の海岸線をもった狭い大陸棚によって特徴づけられている。黄海の海底はかなり平坦であって, この南東方へ向ってしだいに深くなり, 東シナ海の北部において琉球トラフを形成している。東海【日本海】は海側に向って急激に深くなり, 海岸とそのまわりの縁辺部との間に, 多数の海盆を形成している。そして, それらは太平洋プレートの沈み込みに関係した後背弧<sup>\*\*</sup> 海盆の上昇におそらく関係していただろう。南海は韓半島の南岸を区切っており, 黄海に似て, 同様に浅くて平坦である。しかし, それはおおむね岩の多い湾入によって特徴づけられている。

黄海の地質構造に関する地域的な研究は, 「アジア沿岸域における鉱物資源の合同開発の共同委員会 (CCOP) に支援されたところの (図-1.2), 協同調査によってなされた (EMERY *et al.* 1969; C.S. KIM *et al.* 1969)。黄海・南海, および東海【日本海】の南部において, 空中磁気探査も行われた (BOSUM *et al.* 1971)。黄海では, これらの研究によって多数の第三紀の大陸棚の海盆があり, それらの堆積作用は黄海の入口での一連の褶曲した基盤の高まりによって支配されていることが示された (EMERY *et al.* 1969)。

褶曲した第三紀層を覆って, 鮮新世-更新世時代の広域不整合もまた発見された。この不整合は韓半島に向ってしだいに浅くなっていく (FRAZIER *et al.* 1976)。これは海の中での古海洋学および古環境に対して重要な意味をもっている。それは韓半島にまで追跡されるのである。1970年代の初期には, 黄海の浅海部の地質構造に関する資料を得るための, KIER の地質図作成プロジェクトの試みがなされた (例えば, Koo *et al.* 1971; C.S. KIM *et al.* 1972; C.M. KIM and LEE. 1974a, 1974b; C.S.

KIM *et al.* 1976; S.W. KIM *et al.* 1984a; C.M. KIM *et al.* 1981など).

密な間隔の音波探査プロファイルおよび多数の探査ボーリングが、より初期に発見されたデータを確かめるために、黄海において多数の外国会社が契約下でなされた。第三紀の褶曲層をねらったボーリング作業が、最近南海と北部東シナ海で多数なされてきたが、これは石油ガスに対する経済的ポテンシャルが、これまでの研究により強く推定されたためである。1961年の初めに、NUNO and EMERY は1940年以前に得られたデータを編纂し、解析して、黄海・東シナ海全域の海底表層堆積物の分布について記述した。

東海【日本海】の大陸縁辺部において、韓国地質鉱物研究所 (KIER と略す) は、西独の連邦地球科学鉱物資源研究所 (SCHLÜTER and CHUN 1974)

と協同音波探査を行って、北部 (38度線以下) における挟炭層の海側への可能な延長、および、ポーハン沖合での石油ガスのポテンシャルを明確にした (図-1.2)。国連極東経済委員会 (ECAFE) および国連開発計画 (UNDP) の支援のもとに、高解像の音波探査研究が HUNTEC (1968) によって、後者の海域においてなされた。構造的には、この縁辺は南北の方向をもち、先第三紀の地墨状の高まりおよび盆地から成り立っている (K.P. PARK *et al.* 1981)。東海【日本海】の縁辺はたぶんウレヴン後背孤盆地の上昇に関連した地塊断層によって初期に形成されただろうということ、そのデータがこのごろに明らかに表わしたのである。

東海【日本海】の起源については、まだ予想であるが、その地質構造は米国・日本・ソ連の多くの地質学者によって議論されてきた (例えば、

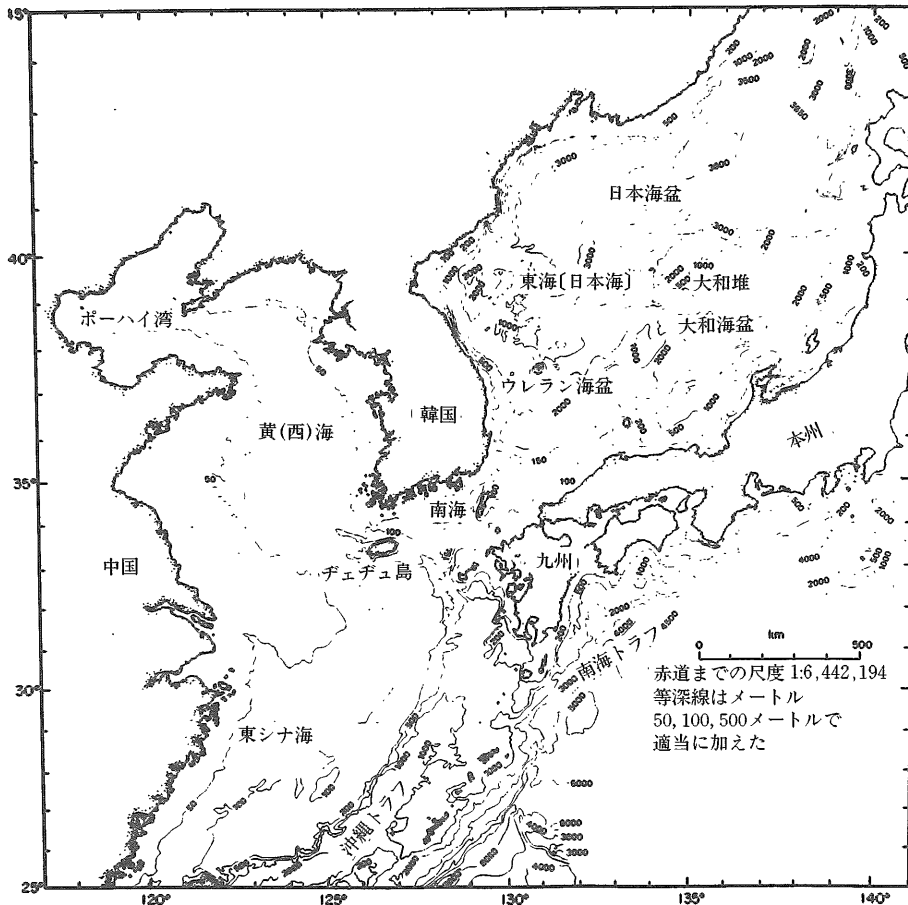


図-1.1 韓国周辺海域の等深線：黄海，東シナ海の北部および東海（日本海）等深線はメートル。MAMMERICKX *et al.* (1976) を修正，米国地質学会の許可による。

BERESNEV and KOVYLIN 1970; BERESNEV 1971; LUDWIG *et al.* 1975; KOBAYASHI and ISEZAKI 1976; GNIBIDENKO 1979; UYEDA 1979). この海の起源については、基本的には2つの仮説がある。一つは後背弧海盆のヨコ方向、すなわち、日本列島弧の東方への拡大とするものである。これは米国人やたいていの日本と韓国の地質学者が賛意を表している。もう一つの仮説は、より以前の陸境の現在の深度までの鉛直方向の移動を仮定するもので、たいていのソ連および若干の日本の研究者によって提案された見方である。しかしながら、日本海全域の起源を議論するのはこの本の範囲を越えており、むしろこの本はウレウシ海盆(対馬)・韓プラトー、および、韓半島の東部縁辺に関連した海域の西部における造構運動と堆積相に関する諸事実を取扱うものである。

ウレウシ海盆はその東部の2/3が、LUDWIG *et al.* (1975) や HONZA (1979a, 1979b) によって広く調査されたが、これは透明な半遠洋性堆積物とタービダイトによって連続的におおわれた海洋性基盤からなっていることがわかった。主として細粒の平行ラミナの発達する泥からなるタービダイト層(CHOUGH 1982) は、おそらく後期鮮新世以来卓越

していただろう。この海盆中のタービダイトに関する研究は最近増加し、周囲を取りまく斜面上のスランプ・地汜り・碎屑流を示す相のような、海底の質量流のいろいろなタイプへと、その広大なタービダイト相は漸移していることも解明された。この海盆は、北方を韓プラトーに隔てられ、これはジュラ・白亜紀の花崗岩類の延長であって、陸と海底下での地質情報に重要な指標を与えている。この海盆中では、厚いタービダイト堆積物および高い地殻熱流量が炭化水素のポテンシャルを示唆しており、これらの堆積物は将来の開発の目標となるであろう。

韓半島(図-1.1)の南岸は、その大部分が後氷期に沈水した岩盤によって特徴づけられている。湾入部における海底下の反射は、基盤(大部分は白亜紀火山岩類)が厚い(30mまで)第四紀堆積物に覆われていることを示している。(J.H. CHANG *et al.* 1980; H.J. KANG and CHOUGH 1982), 堆積層中の強い層内反射は、第四紀の間に、南部海岸と湾入部が交互に沈水したり、上昇したりしたことを示している。後氷期には沖合から運ばれてきた細粒物が湾入部にトラップされ、地質学的に興味のある、このような環境をつくっている。堆

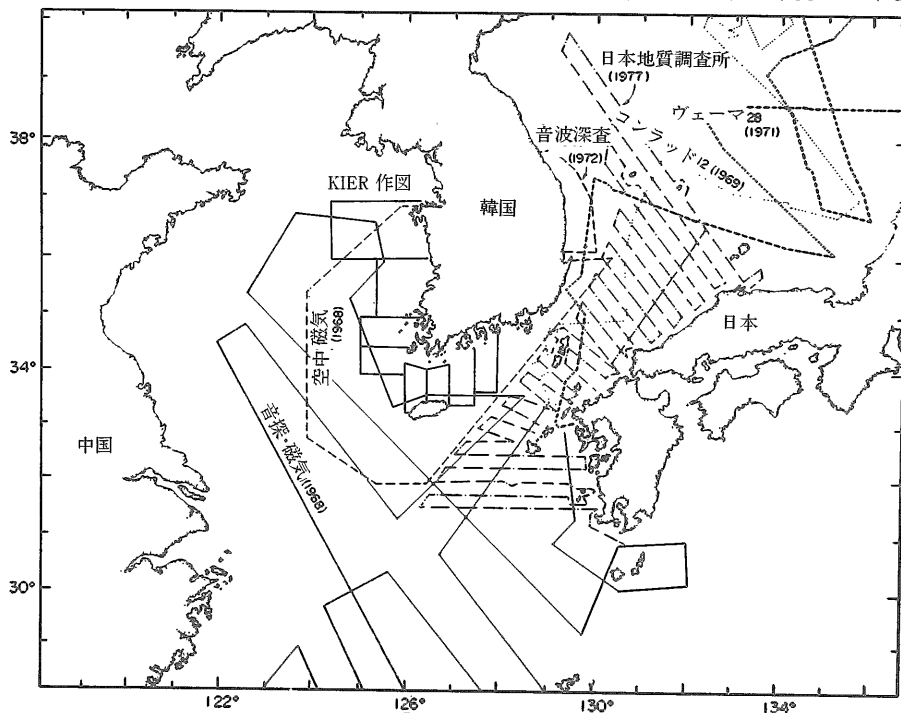


図-1.2 韓半島周辺海域における主要な地質学的および地球物理学的調査の航跡ラインとブロック

積物はしばしば大量の有機炭素を含んでいることが発見された。後氷期の海水準変動に関連した地質的過程は、第四紀地史 (Y.A. PARK 1969) および土地利用における人類活動に関連した諸問題の両方にとって、韓半島の海岸沿いに重要であることが証明された。沖合と沿岸海域における経済的価値がある鉱物類の発見のための努力が、地球化学的および鉱物学的データを得て、それらを評価

するために、KIER と KORDI の海洋地質チームによって最近なされた (Y.O. LEE 1979; Koo *et al.* 1980b)。

以上に概括された諸研究によって明かにされた多くの地質学的概要は、韓半島周辺海域における地質構造・造構運動・堆積相とその過程・起源と発達史に関連する諸問題として要約される。これらには、黄海の浅海部・東シナ海の北部大陸棚・

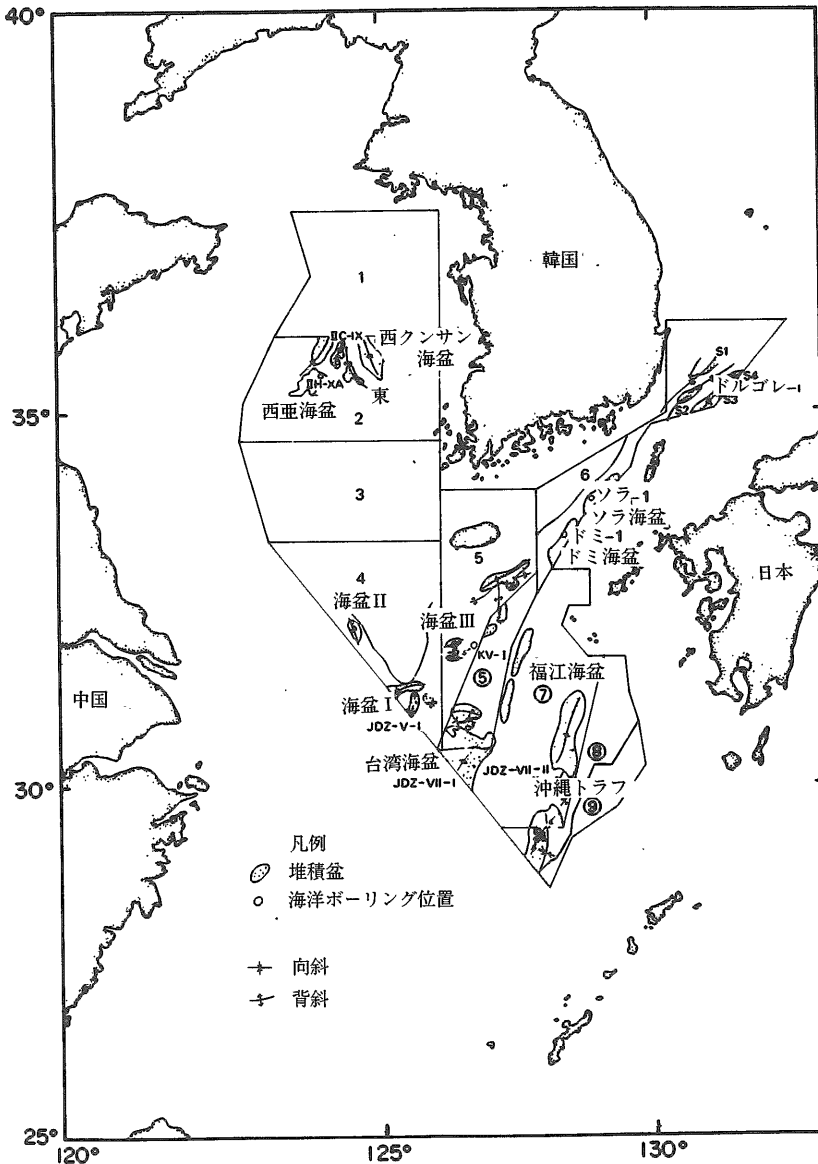


図-1.3 韓国周辺海域における炭化水素採掘権のブロック (1~6) 円で囲んだ番号は韓国-日本協同開発帯 (JDZ) のサブゾーン, 目標の堆積盆地も示されている。図は韓国動力資源研究所の好意による。

狭い大陸棚および深い海盆をもった東海（西部日本海）、および無数の岩盤の多い湾入をもつ南海が含まれている。

韓半島周辺の海域について議論する前に、陸上の地質を簡単に記述することが重要である。

## 1.2 韓半島

韓半島は地質学的には、中国—朝鮮プラットフォームの一部分を形成しており、先カンブリア紀の変成岩類が基本となっている。半島の南半分は多数の北東—南西方向の造構要素（図—1.4a）から構成されている。すなわち、先カンブリア紀のギョウギ地塊・オグチョン（オクチョン）褶曲帯（後期始生代？～白亜紀）・テベサン盆地（古生代）・先カンブリア紀のヨンナン（リョンナン）あるいはソベサン地塊、および、白亜紀のギョウサン（キユンサン・キョウサン）盆地である（S.M. LEE 1974; REEDMAN and UM 1975; M.S. LEE 1981）。第三紀の堆積岩類が地域的に、南海岸部（ポハン盆地）およびヂェジュ（チェジュ）島に露出している。

### 1.2.1 ギョウギおよびヨンナン地塊

先カンブリア紀のギョウギおよびヨンナン地塊は大部分花崗岩質片麻岩と片岩から構成されており、韓半島の中部と南部に産出しており、オグチョン褶曲帯に境されている（図—1.4b）。オグチョン褶曲帯は泥質岩の弱変成堆積層の複合体からなっている。ギョウギ地塊は大部分が層状黒雲母片麻岩・石英長石質片麻岩・ミグマタイト質花崗片麻岩・眼球片麻岩を含んでいる。鉱物学的には、それらは大部分、微斜長石・斜長石・黒雲母 and 角閃石を含み、副成分鉱物として、柘榴石・ジルコン・緑簾石・アンダリュースサイト・珪線石・董青石があって、大部分は角閃岩相である（NA 1980）黒雲母片麻岩・黒雲母—珪線石片麻岩・黒鉛質変麻岩・石英白雲母片麻岩のような各種の片麻岩類が存在して、角閃岩と大理石がこれら片麻岩類の間に散在している。片麻岩類と片岩類は両方とも、堆積岩系から由来したと信じられている（REEDMAN and UM 1975）。また、広く分布している弱変成堆積岩類は、珪岩と石英—絹雲母片岩であって、古い基盤上に不整合にのっている。（SON 1971a, 1971b; NA 1972; その他）。ヨンナン地塊はふつう層状黒雲母片麻岩と眼球片麻岩からなり、

珪岩・石英—絹雲母片麻岩・黒雲母片麻岩・角閃岩・大理石のレンズを含んでいて、ギョウギ地塊によく類似している。斜石岩・斑糲岩・閃緑岩の大規模な併入岩体もある。これらの試料の放射年代測定によれば、この地塊の時代は2,800から800Ma\*にわたっており（図—1.4c）、始生代以来多くの変成作用があったことを示唆している（HURLEY *et al.* 1973; NA and LEE 1973; FULLAGAR and PARK 1975）。

\*: 100万年

### 1.2.2 オグチョン褶曲帯

オグチョン層群の碎屑岩類は、初生の泥岩・砂岩・石灰岩・礫質砂岩・泥岩からなっている（M.S. LEE and PARK 1965; SON 1970; O.J. KIM 1970; REEDMAN *et al.* 1973; その他）。それらは南部韓半島を北東—南西に横切って露出している。（図—1.4b）。角閃岩および花崗岩質の巨大なプルトンもまた、この盆地の周囲に露出している。堆積物類はたえず深くなっていく細長い盆地の中に、その長軸方向に堆積した。上昇した先カンブリア紀の基盤を削って、この縁辺には砂岩と泥岩が広く産出しており、盆地の中心方向に向って、より深い相の海成相にしたいに漸移していく。この盆地中の碎屑流の堆積物は礫を含んでいて、それらはかなり良く円磨されており、おそらく河成かあるいは、沿岸の環境を通じて再堆積したものであろう。堆積物はたえず沈降していくオグチョン盆地の斜面か、あるいは、より深い相を代表している。この盆地は浅海起源のケイ岩と石灰岩によって区切られている（CHOUGH 1981b; CHOUGH *et al.* 1981a）。

強い変形作用を3回蒙ったデボ造山運動（ジュラ紀）の間に、オグチョン層群は激しく褶曲し、変成された（REEDMAN *et al.* 1973; P.C. KANG and CHI 1980）。これらの結果、複雑な剝理や線構造、および、緑色岩相角閃岩相までのいろいろな変成相となった（H.S. KIM 1971; REEDMAN *et al.* 1973）。初生の地層面はたいていの場合、剝理や線構造によって不明確になっている。このオグチョン層群の岩石類に関する層序の対比および地質年代の決定は、化石が産出せず、また、その造山運動の間に強い変形作用を受けたことによって妨げられている。後期原生代（O.J. KIM 1970; J.H. LEE 1972; REEDMAN and UM 1975）、あるいは、後—カンブリ

ア紀 (K.W. KIM and LEE 1965; SON 1970) のいずれかの時代に、おそらくこの盆地はできていて、そして後造山期の地層として白亜紀に続いている。この地層群全体において、岩相層序学的単位、および、それらの関係についての一般的合意はまだなされていない (P.C. KANG and CHI 1980; O.J. KIM and YOON 1980を参照せよ)。

1.2.3 テベサン盆地

オグチョン褶曲帯の北東縁に、テベサン盆地があり、ガンカオン層群 (ジョンサン層群, カンプリアー・オールドビス紀) およびジャンセン層群 (ピョンガン層群, 石炭-初期三畳紀) からなっている (図-1.4c, K.H. CHANG 1975; CHEONG 1982)。前者は後者によって不整合に覆われる石灰岩から

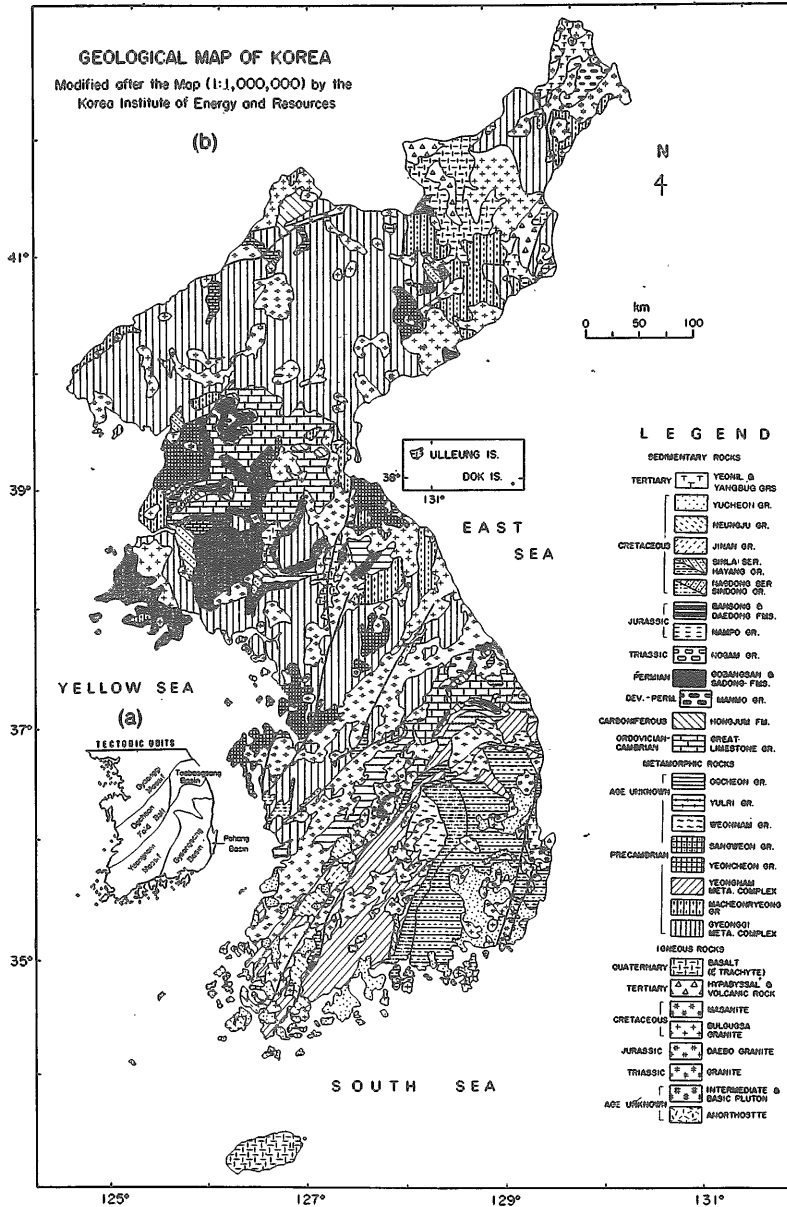


図-1.4 a : 造構単位; b : 韓半島の単純化した地質図; c : 主要層序単位; d : 韓国動力資源研究所による (1981 a).  
c : REEDMAN and UM (1975) および M.S.LEE (1981) による。



主に構成されており、後者は重要な挟炭層を含む非海成の碎屑岩類が主要なものである。オグチョンとテベサンの両盆地中に、バンソン層群（ジュラ紀）とギョンスン層群（白亜紀）があり、これらは非海成であって、変成後期の付属物である。H.Y. LEE (1980) によって最近発見されたガンウォン層群（ジョンソン層群）の最上部にシルル紀の地層がある。

1.2.4 中生代の造山運動

中生代の花崗岩の貫入に伴う一連の造構運動は、南部韓半島の先中生代層を擾乱させた（図-1.4b, 図-1.4c）。最初の擾乱（ソソリム擾乱）は主に、韓半島の北部において、中期～後期三疊紀に起った。変形作用の後期に、デドン層群は内陸盆地において地域的に堆積した。第2の造山運

動（デボ造山運動）は中期ジュラ紀に起って、そして北東方向の方向性をもつ広大な花崗岩の貫入によって、韓半島の中部全体に影響を与えた。オグチョン褶曲帯の北東縁および南西縁に向って、変成作用の程度は緑色岩相から角閃岩相に増大する（H.S. KIM 1971; REEDMAN *et al.* 1973）。泥質岩中の鉱物の組合せは、鉄柘榴石・十字石・珪線石を含んでいて、中間の圧力の変成環境を示唆している。

中生代に韓半島に貫入した花崗岩類（花崗岩・花崗閃緑岩・トナーレ岩）は、一般に南方に若くなっていく。K-Ar 法および Rb-Sr 法によれば、これらは韓半島の北部で約2億年（三疊紀）から、主としてオグチョン褶曲帯に近い中央部で、約1億6千万年（ジュラ紀）の時代にわたっている（図

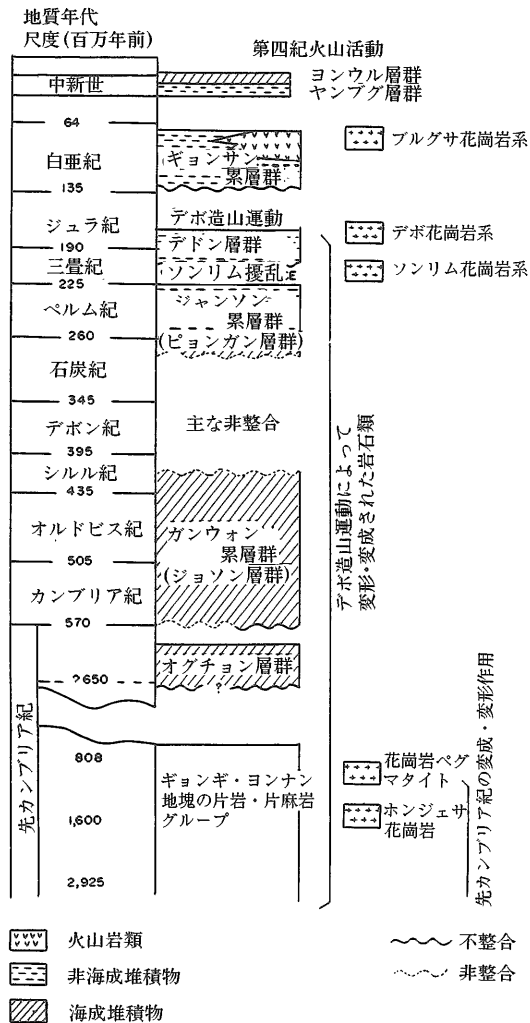


図-1.4c

—1.4b). 白亜紀から第三紀 (1億2千万年～5千万年) に貫入した花崗岩類は、半島の多くの場所に産出する傾向がある (M.S. LEE, 印刷中). ギョンサン盆地ではそれは約1億年前に貫入し、火山活動と関連している. WORKMAN (1972) and B.K. PARK and Do (1973) は、南方へ若くなる火成作用を、固定された熱栓 (ホットスポット) の原因とし、韓半島は北あるいは北東方向へ移動したものとした. 南方は若くなる火成活動と同様に、変成作用もまた若くなることから、海洋プレートが時間とともに大洋方向へ沈み込んでいく島弧—海溝系を、S.M. LEE (1974) は提唱したのである.

### 1.2.5 ギョンサン盆地

ギョンサン層群は韓半島南部 (図—1.4a, 1.4b) において前期白亜紀に形成され、造山運動後期の内陸の河成—湖成盆地である (K.H. CHANG 1977). 碎屑物は北西から由来し (K.H. CHANG and KIM 1968), 沖積扇状地から洪水原までの、南東方へのタテの相変化の結果となっている (H.I. CHOI, 1981), 後期白亜紀の花崗岩の貫入に伴われた中性・酸性火山岩類は、盆地中に存在し、銅・鉛・亜鉛およびホタル石—タングステン—モリブデン鉱床が、これらに伴っている. SILLITOE (1977) によれば、後期白亜紀中に太平洋プレートが韓国の地下に浅く沈み込んでいくことが、この鉱化作用のパターンから示唆される (JIN 1981).

### 1.2.6 新生代の事件

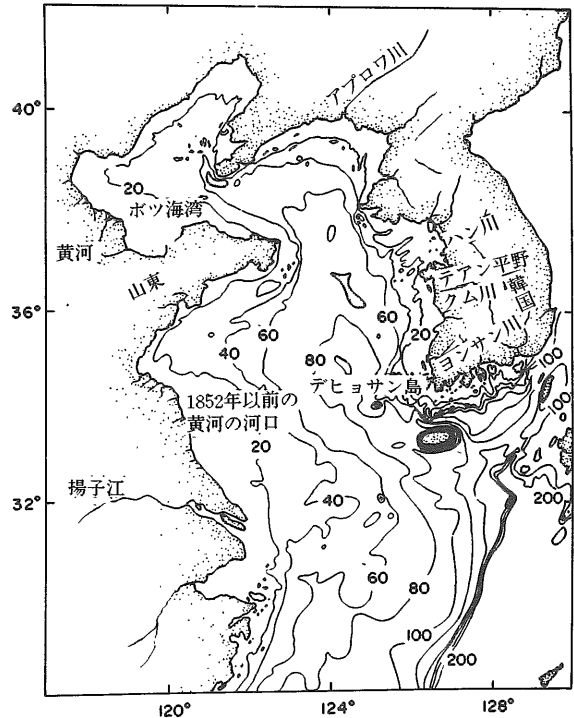
第三紀の間に、韓半島の南東端に比較的浅い海域の盆地が形成され (図—1.4a, 1.4b), その中に碎屑物が堆積した. これら碎屑物は火成活動に伴われており、大部分は現在の大陸棚と近接の地域の方に延長している (ヨンニル層群). 非海成碎屑物もまた、地域的に堆積している (ヤング層群). 主としてアルカリ玄武岩類からなる第四紀の火山活動は、チェヂュ島やウレウン島に活発であった.

## 2. 浅い大陸棚海 (黄海)

### 2.1 地理

黄海 (韓国では西海) を含む浅海大陸棚の海域の広さは、約500,000平方キロメートルであり、

それはチェヂュ島と揚子江の南を結ぶ直線により、北部東シナ海、および、その南東側の大陸棚とによって、専ら境されている. (図—2.1). チェヂュ島と対馬との間の韓半島の南部浅海域は、韓国では南海と名づけられている.



図—2.1 黄海に隣接する地理学的名称を示す位置図. 等深線はメートル, 堆積岩岩石雑誌 (JSP) の許可による CHOUGH and KIM (1981) より

黄海は平坦で広大な、そして特色のない平均約55m (最深は図—2.1の約100m以浅) の水深の海底によって特徴づけられている. この海底の西方は黄河と揚子江の両方のデルタによって境され、等深線はおおむね海岸線に平行である. 東部黄海 (図—2.2) は無数の諸島に縁どられ、海岸に沿って潮干帯の広大な広がりによって特徴づけられている. 潮干帯の砂礁は水深約70m以浅の東部黄海に普遍的にあり、これらは海岸線に対してやや斜交している (図—2.2). この海の東方およそ三分の二は在る軸方向に向って、海底はしだいに深くなっていく (図—2.1). 大陸棚の海底は南東方にしだいに深くなり、沖繩トラフの北方延長を形成している (図—2.3). 海底に露出している岩盤は、韓半島の西方に局所的に知られているのみであり、それはチェヂュ島の短距離の連続と、この島

の南西のソコトラ岩礁にある。チュチュ島周囲の海底は、より深くなり、約100mをこえている。

## 2.2 地質構造

### 2.2.1 音響基盤

黄海中央部は厚い第三紀の堆積物 (図-2.4a) からなり、これは周囲を取りまく大陸塊中に露出している火成岩・変成岩および堆積岩類の音響的基盤をおおっている (EMERY *et al.* 1969), 堆積物の層は中国の方に向かって、より厚くなり (あるいは、基盤はより深くなり), 推定断層によってその西端を区切られている (C.S. KIM *et al.* 1969; WAGEMAN *et al.* 1970). 山東半島へ向って音響基盤が浅くなっていくことは、恐らく山東-ラオエリン地塊の延長のためであろうし、この地塊は北部韓半島に向って北東方向への連続となっている

る。南部黄海と南海へ向って、基盤もまた浅くなっていく (図-2.4a, 図-2.4b, 図-2.5). 黄海入口を横切って浅くなるこの礁は、中国の福建地塊に関係しているように見える。中生代に上昇した南部韓半島におけるヨンナン (嶺南・リョナン; ソベサシ) 地塊への、福建地塊は最も可能性のある延長である。 (図-2.6). 地磁気のプロファイルは基盤の深い所でやや波状であるが、しかし基盤が浅い所では不規則である (図-2.4a, 図-2.4b) (KOO *et al.* 1970; WAGEMAN *et al.* 1970; BOSUM *et al.* 1971), 韓半島の南東端へのウサン (フクサン) プラットホームの近くでは、基盤の浅い所はオグチョン褶曲帯とヨンナン地塊 (図-2.6) の海側への延長であり、これは変形した古第三系の薄層および不整合にのる新第三紀の堆積物に覆われている (図-2.7). プラットフォーム上の基盤

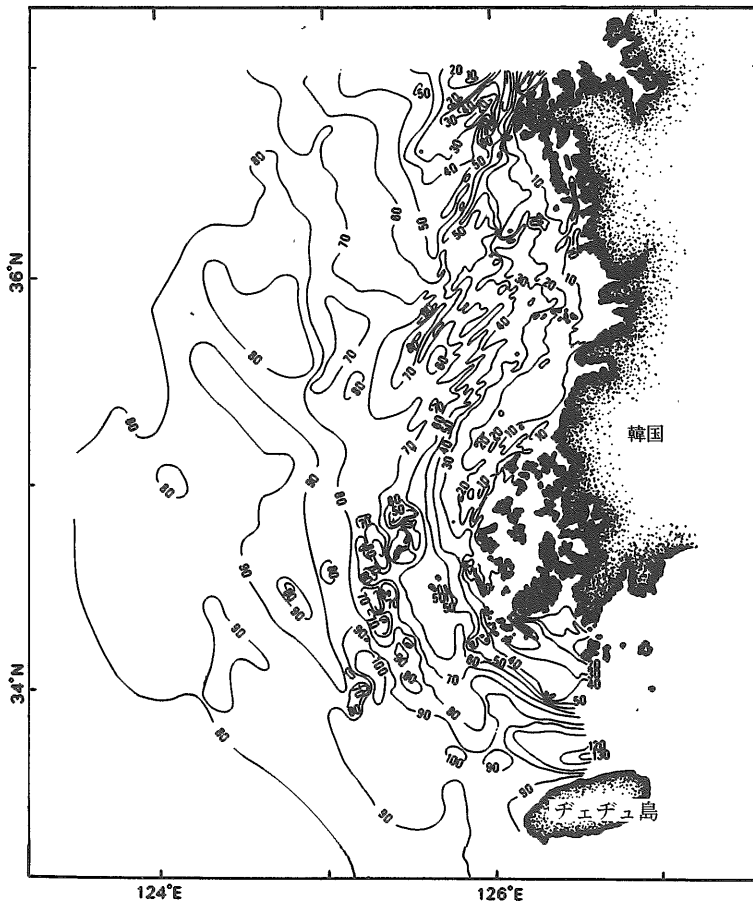


図-2.2 南東部黄海の詳細な等深線図。  
等深線はメートル, C.S. Kim *et al.* (1982) による。  
韓国動力資源研究所の好意による。

に対する深さは約500mより浅い。

大陸棚地域では、激しく褶曲した厚い堆積層が、北東—南西方に延びており（図-2.4b）、西九州付近に露出している貫入岩類の部分的に下位にくる（WAGEMAN *et al.* 1970）。ここで、Koo *et al.* (1970) および Bosum *et al.* (1971) の空中磁気探査のデータもまた、厚い堆積層の存在の可能性を大きくしている。これは台湾—宍道褶曲帯の南西延長であって、5,000m以上の厚さを有している。（MENG 1968）。北東では、その地層は日本の九州近くに延長している（EMERY and NIHO 1967）。

### 2.2.2 堆積層

黄海中で音響基盤を覆う堆積層は、2,000m以上の厚さを持ち、2つのユニットからなっている（EMERY *et al.* 1969; FRAZIER *et al.* 1976）（図-2.7）。すなわち、1) 古第三紀およびそれ以前の変形した堆積層が直接基盤を覆っているもの、2) 上を覆う新第三紀の未褶曲層は中新世の造山運動に続く、主要な広域不整合によって区切られている。

堆積層はより厚くなって、南西方へ平らに横たわっている。そして、それは韓半島近くにおいて、より多く変形されているように見え、そこでは無数の傾斜層と向斜構造が存在する（WAGEMAN *et al.* 1970）。広域の不整合は韓半島の西岸に向かってしだいに浅くなり（図-2.8）、ヒュサンプラットフォーム近くで地表に出てくる。このプラットフォームは薄い新第三紀の海成堆積物に覆われていて、鮮新世以来の沈降を示唆している。音響基盤を覆う堆積物全体（図-2.9a）および主要な不整合を覆う変形後の（新第三紀）層（図-2.9b）の両方の、堆積物の等層厚線図は WAGEMAN *et al.* (1970) によって編纂され、これによって、堆積盆地は新第三紀に一般に西方と南西方に移動したことが明らかになった。

西部黄海とクンサン盆地（図-1.3、図-2.6）との間の小さいが深い沈降によって西部サブベイゼンは特徴づけられ、堆積物の5,000m以上の沈積を伴った断層によって形成された（FRAZIER *et*

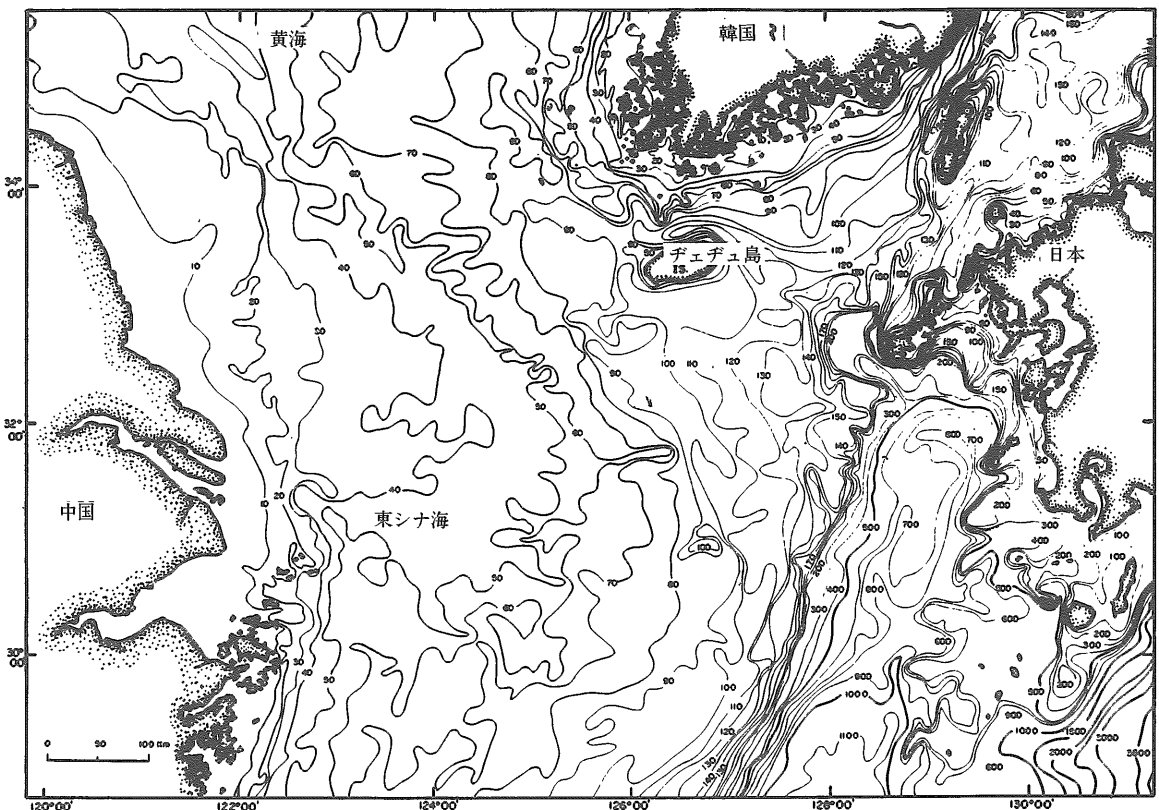


図-2.3 南部黄海および北部東シナ海の詳細な等深線海図、韓国海洋科学研究所報告の好意により、HAHN (1979) より修正。

al. 1976). その盆地 (図-1.3) の中で掘られた井戸 (ⅡH-1XA) において判明したように、変形後の地層 (719m) は、半固結の灰色砂岩と泥岩から構成され、間に亜炭が含まれている (FRAZIER *et al.* 1976). 変形前の地層は主として赤褐色の泥岩・泥灰岩・砂岩および礫岩からなっている (719-3,284m). この深度 (3,284-3,467m) より以下では、たいいてい薄層の赤褐色シルト質頁岩が産出し、そのマトリックスは酸化されていて、鉄に染色されている。花粉の研究によれば、最上部層 (311-497m) は完新世であり、549-716m は漸新世から完新世になり、780-3,230m は第三紀に同定され、3,241-3,467m は不明である。この変形前の地層中には、黄銅鉱や淡水性のオストラコーダが産出して、ナanno化石を含まないことにより、それは沖積扇状地や洪水氾濫原のような大陸の環境下に堆積したことがわかった (FRAZIER *et al.* 1976). 変形前の地層中の伝播速度は速く、3,050m/S から4,575m/S の範囲となる。これはたぶん石灰質頁岩と粘土岩における高い石灰質含

有量のせいであろう (FRAZIER *et al.* 1976).

クンサン盆地中の堆積物もまた、広域不整合を覆う変形前の厚い層 (約3,000m) と変形後の薄い堆積物 (約600m) とからなり、盆地の両翼における開発井戸 (ⅡC-1X) の中で観察されたのである (図-1.3). 黄海中において確認された他の堆積盆地 (図-2.6) は、西部黄海海盆・北部キヤンス海盆・上海海盆を含み、一つの内陸の沈降のすべての部分が、海盆発達初期 (古第三紀) にたぶんお互いに分離したものであろう。上海海盆の東の小ソコト海盆も、第三紀の厚い堆積層 (3,600m 以上) から構成されている。

南海では、ソラとドミ海盆がヂェヂュ島の東にあり、ここでは2本の井戸 (Sora-1 と Domi-1) (図-1.3) が新第三紀堆積物の3,000m 以上もの厚さに掘られた。ここでは、堆積物はたぶん沖積扇状地から海岸平野の環境に沈積した。より南方の大陸棚上では、変形前の地層は、北部においては浅海大陸棚の方向 (すなわち、福江海盆) へ集中していった、約500-1,500m の深さの角不整合

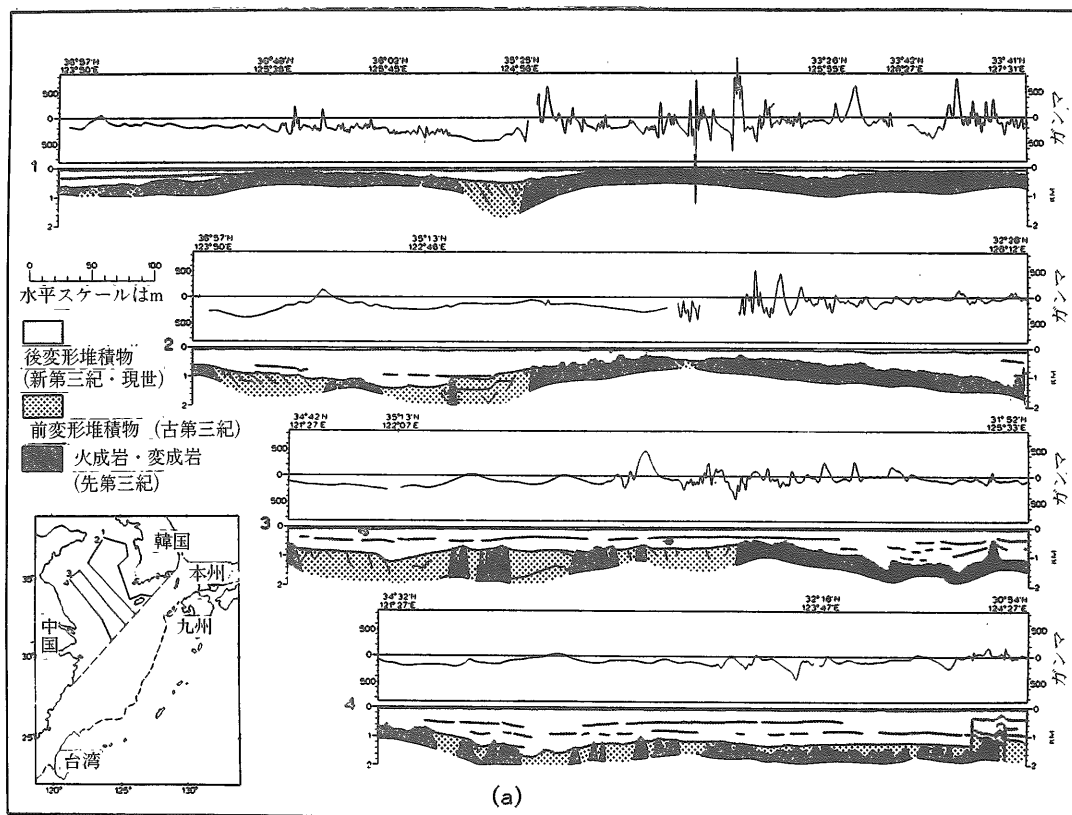


図-2.4 黄海 (a) および北部東シナ海 (b) の解析された連続音波反射断面と地磁気の断面, AAPG 報告の許可による, WAGEMAN *et al.* (1970) より.

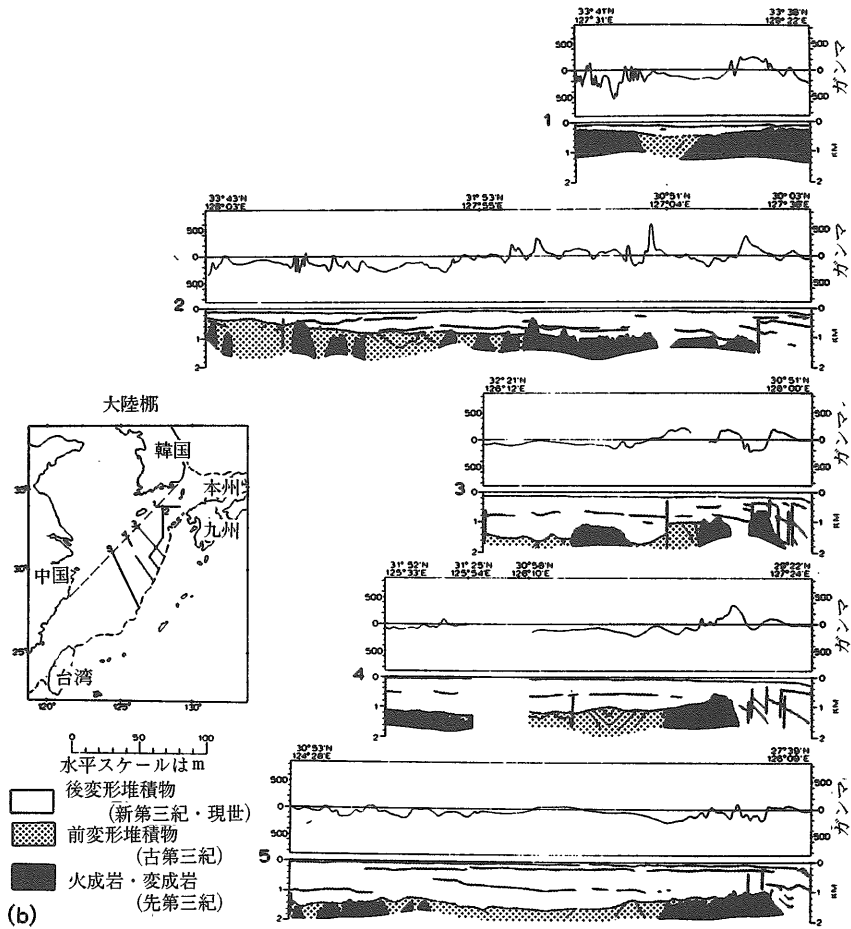


図-2.4 黄海 (a) および北部東シナ海 (b) の解釈された連続音派反射プロファイルおよび地磁気のプロファイル。AAPG報告の許可による, WAGEMAN *et al.* (1970) より。

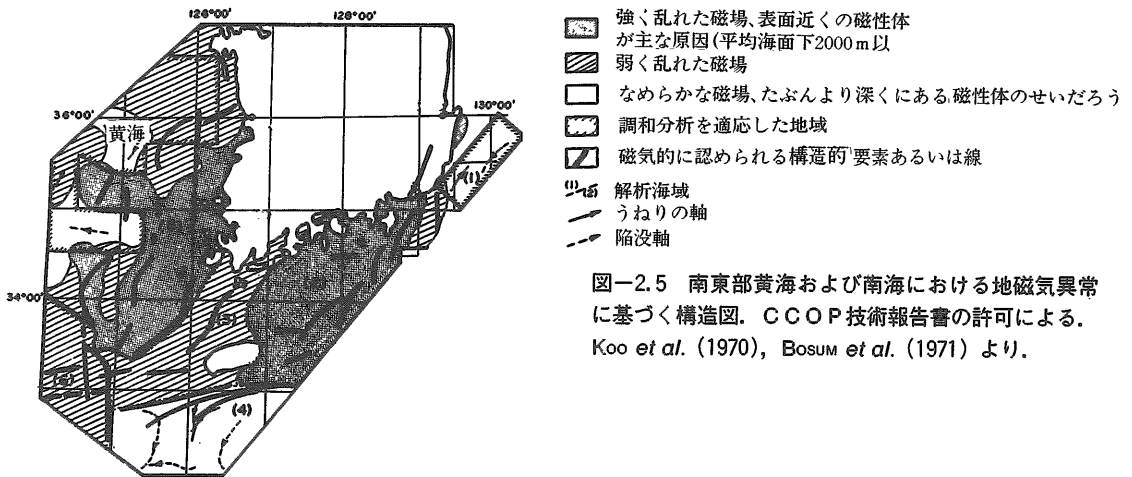


図-2.5 南東部黄海および南海における地磁気異常に基づく構造図。CCOP技術報告書の許可による。Koo *et al.* (1970), Bosum *et al.* (1971) より。

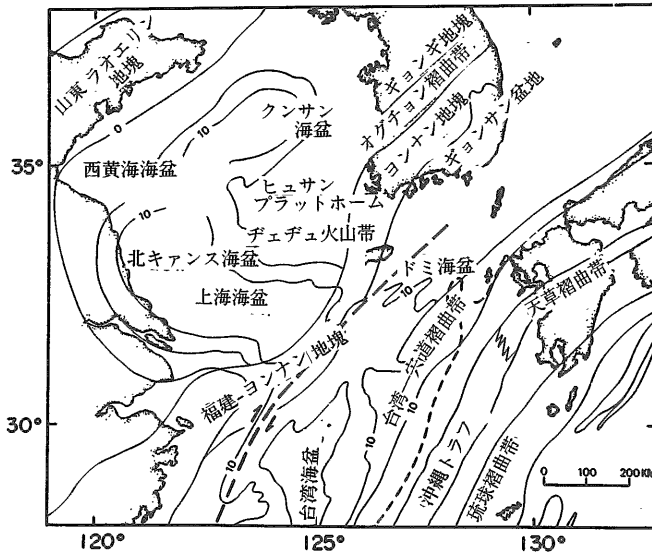


図-2.6 中国, 日本, 韓国の近接陸塊上の造構単位と対比された黄海および東シナ海における簡略図。等深線は、数100メートルの堆積物の厚さを示す。CCOP技術報告書の許可による、EMERY *et al.* (1969) より修正。

の下位にくる (WAGEMAN *et al.* 1970)。

変形後の地層もまた、デェヂェ島と中国の沖で数10m から、大陸から離れて南方に2,000m 以上の厚さの新第三紀層からできている (補遺を参照せよ)。

### 2.3 浅い構造

韓半島の西海岸沖合で、東径125°の東側の浅い地質構造はKIERの調査チーム (図-1.2) によって、一連の音波探査 (エアーガンおよびユニブームの両方)、および、地磁気調査を通じて明らかにされた (Koo *et al.* 1971; S.J. YANG *et al.* 1971; C.S. KIM *et al.* 1972; Koo 1972; J.H. LEE *et al.* 1972; S.W. KIM *et al.* 1980a, 1980b; C.M. KIM *et al.* 1981; S.W. KIM and MIN 1981; C.S. KIM *et al.* 1982; その他)。これらの諸成果は最近一連の地図シリーズとして出版された。最近、3.5KHzによる海底探査が、海底近くの構造を得るために使用された。

#### 2.3.1 音響基盤

音響基盤は未固結あるいは半固結の第四紀の堆積物類の薄いベニアで覆われているようで、それらは沿岸では約30mの厚さ (地域的には60mまで) より薄く、海側にやや厚くなる (図-2.10)。ヒュウサンブラットフォーム上では、堆積物は薄くて、しばしば基盤岩類は海底に露出している。 (図-2.11)。強い潮流が堆積物の沈殿を妨げている所の島の近くでは、岩盤がみられる。音響基盤は先カンブリア紀の片麻岩・片岩、ジュラ紀の花崗岩・準堆積岩類、およびその他 (C.J. Cho and Choi,

1970; N.Y. PARK *et al.* 1972) のような陸上の岩石の海側への延長からなっており、それらは弱い磁気強度に絶対的に対比される (図-2.11)。地域的には、磁鉄鉱岩体をもった噴出岩と片岩のいくつかは強い磁性を示している (S.J. YANG *et al.* 1971; C.M. KIM and LEE 1974a; C.M. KIM *et al.* 1981)。

#### 2.3.2 堆積層

堆積物類は多数の層内反射によって、いくつかの層に区分される (図-2.11, 図-2.12)。ここではこれらの反射面を便宜的に上からの $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ などのように命名している。それぞれは第四紀の時代の海水準低下に対応する固い基盤からたぶん形成されている。最初の反射面は $\alpha$ 反射であり、ウイスコンシン (ウルム) 氷期の海水準低下時の結果の可能性が強く、海底面下のいろいろな深度、あるいは、海底面のいくらかの所で表面に露出している (図-2.12, 図-2.13a)、A層とした (海進層)  $\alpha$ 反射面より上の層は、たぶん未固結の完新世堆積物からなり、これは後氷期海進の間に堆積して、2, 3mから約40mの厚さ (平均10m) をもっている (図-2.13b, 図-2.14b)。

$\alpha$ 反射面と $\beta$ 反射面との間の堆積層としたB層もまた、東南部黄海の沿岸部の大部分の所で均一に分布し、厚さは50mもある (図-2.14b) (S.W. KIM *et al.* 1980a; C.S. KIM *et al.* 1982)。B層は複雑な構造を示している。すなわち、地層はしばしば傾斜し、多くの所で削りこまれ、堆積物で再充填されている (図-2.13a, 図-2.13b)。B層はウ

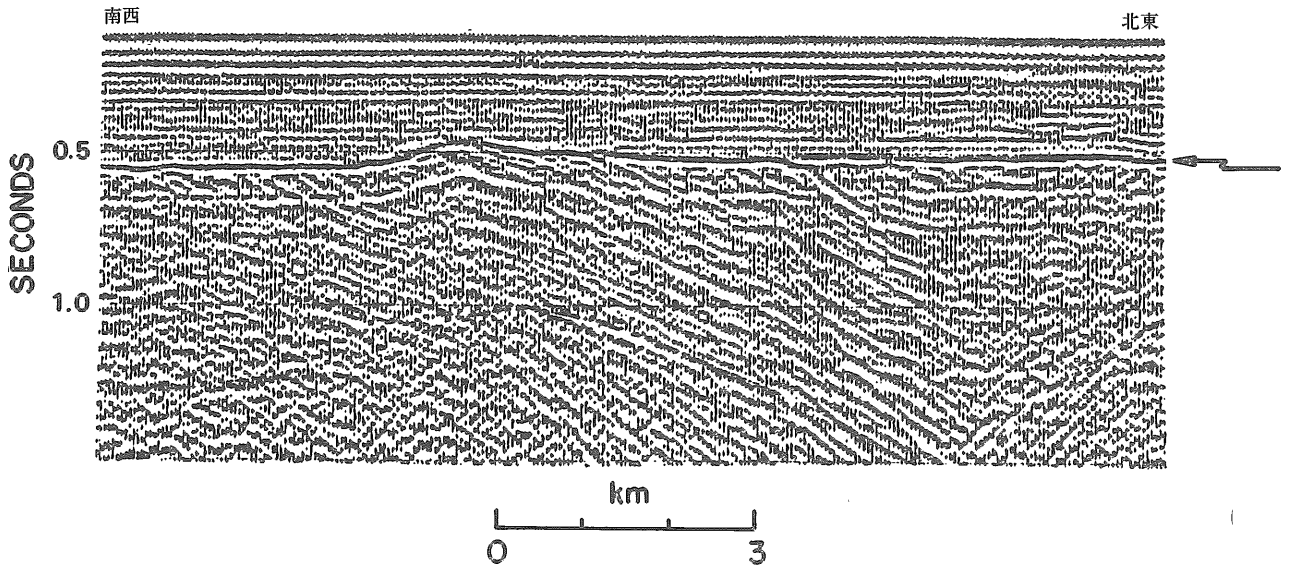


図-2.7 変形した第三紀層を覆う鮮新-更新世の広域不整合(矢印)を示す。ソヘサン島(北緯33°35′, 東経124°07′)近くのヘサン台地上の黄海における音波反射断面, 鉛直方向のスケールは往復走時(秒), 韓国動力資源研究所の好意による。

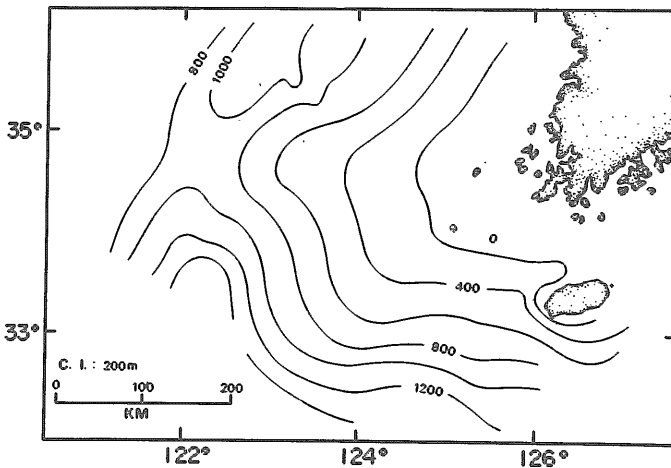


図-2.8 南東部黄海中の広域不整合の海底面よりの深さ, AAPG誌の許可による。FRAZIER *et al.* (1976) より。

イスコンシン氷期の海退(海退相)期に沈積した堆積物を代表する可能性が強い。堆積物は浸食作用も受けていて、下位にくる地層は反射面が露出している所では断ち切られている(図-2.12・図-2.13a)。β反射面と音響基盤との間の堆積層Cは、地域的に産出し、島々に接する海底に露出しており、そこでは強い潮流によってえぐられている(図-2.14c)。α反射面は後氷期の堆積作用が起った基準面に斜交している。ガマギャン湾(H.J. KANG and CHOUGH 1982)において、それは年代測定されていて、約4,500年~5,000年より以前に形

成された。いっぽう、EMERY *et al.* (1971)の海水準変動曲線によって推定すれば、この基準面は約9,000年前までは、さらに沖合の所でたぶん露出していただろう。海岸線におおむね直角か、あるいは平行的な古水路もまた、高性能音波探査によってわかった。これら水路は最終氷期の海水準低下時期には活性化していた浸食水路の可能性が強い。

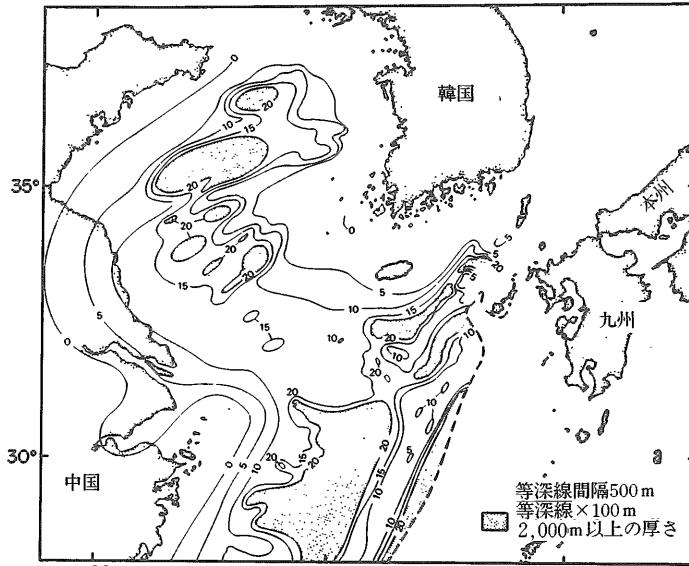
後氷期堆積物の非堆積あるいは浸食という現象もまた、強い潮流が地形的に高い所かあるいは島にぶつかる所と一致している。この場合はたぶん



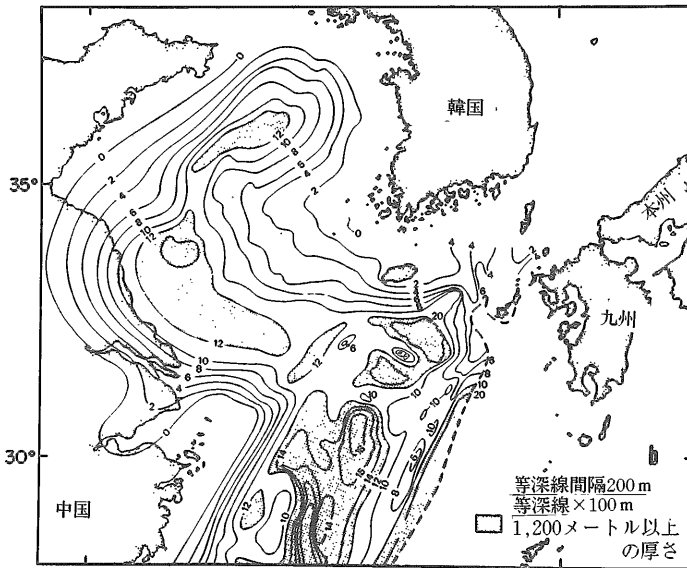
潮流であろうが、ここでも強い流れのために、堆積物はしばしば剥ぎとられて堀を作ったりして、どこか別の所に堆積した。このこともまた、砂丘および、大規模な潮干帯の礁によって示される (C.M. KIM and LEE 1974b; S.W. KIM *et al.* 1980a; C.M. KIM *et al.* 1981; C.S. KIM *et al.* 1982; KLEIN *et al.* 1982)。アンミョン島沖合の海域で測定された潮流は、主に北東と南西方に流れていて、2ノットまでになる (図-2.15b)。砂礁は高さが約1~3mあり、流れの方向に主としてむいていて、

約90~155mの間隔がある。

デェヂュ島の北方の南海では、薄い堆積層 (約30m以下) は、たぶん新第三紀層の半固結堆積層である音響基盤上に乗っている (図-2.16a, 図-2.16b)。それは南部においてやや厚くなっている。(図-2.17)。ここでの堆積物の欠如は強い底層流、あるいは、潮流のせいであり、選別作用を通じて細粒物を移動させている。この海域の部分は、40%のCaCO<sub>3</sub>量の結果となる豊富な貝殻片を含む粗粒堆積物によって特徴づけられている



(a)



(b)

図-2.9 黄海および東シナ海における、全体 (a) と後変形作業 (b) の堆積層の等層厚線図 A A P G 誌の許可による、WAGEMAN *et al.* (1970) による。

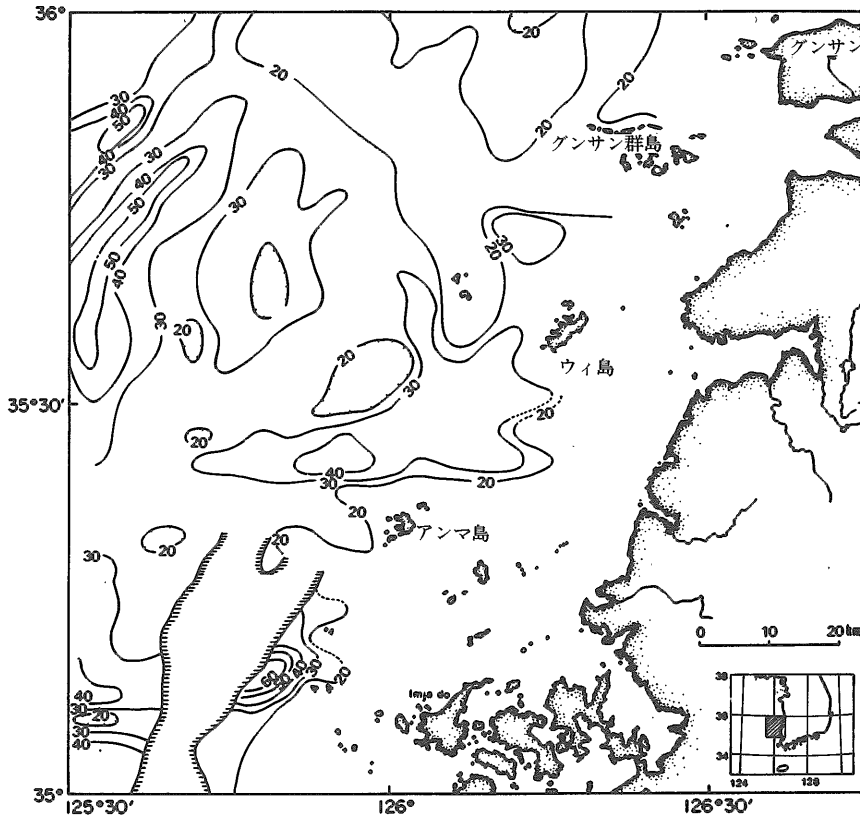


図-2.10 南東部黄海における音響基盤 (?古第三紀)上の堆積物の厚さの等厚厚線図(挿入図を参照)。ハッチをつけた海域はガス放出の堆積物, 等深線はメートル, KIER MAP SERIES (II) (1981 b) より。

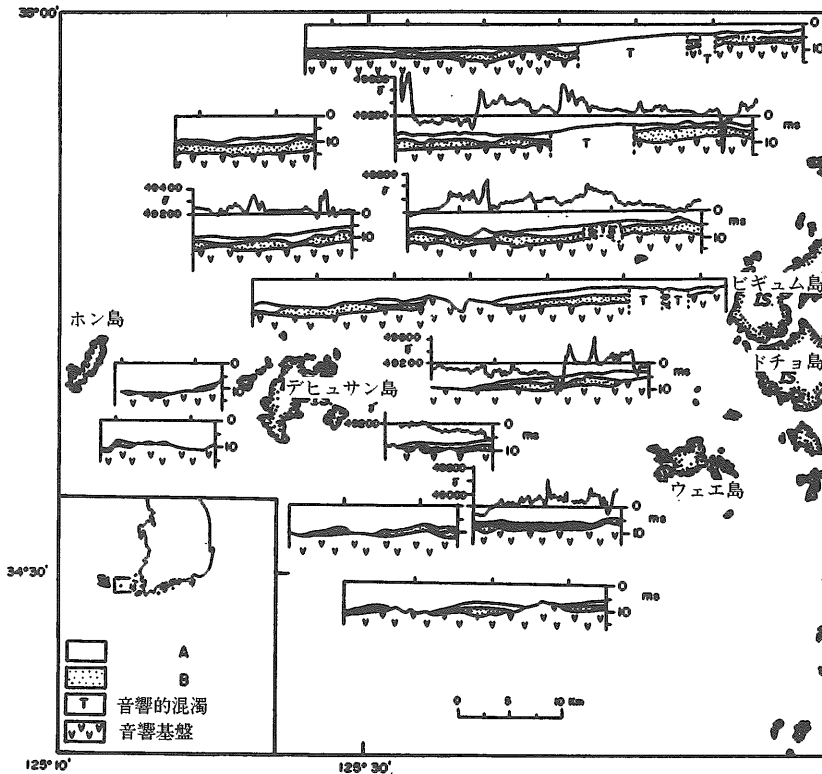


図-2.11 表層堆積物層(A層・B層)・ガス放出の音響的な混濁層(T)および音響基盤を示す, 南東部黄海(挿入図参照)の簡便化した浅い構造, ガンマ(Y)単位の磁気強度も示されている。鉛直スケールはミリ秒の往復走時, 韓国地球科学・鉱物資源研究所報告書の好意による。S.W. KIM *et al.* (1980 a)より修正。

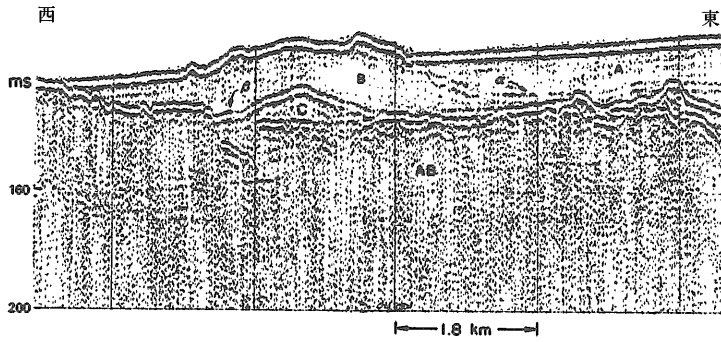


図-2.12 ハテ島(北緯34°20', 東経125°30')近くの層間反射面 $\alpha$ と $\beta$ を示すユニブームの断面。 $\alpha$ を覆う未固結海進層(A), その下のB層(海退層)と音響基盤(AB)上のC層も示されている。鉛直スケールはミリ秒の往復走時。断面位置は、図-2.14aを参照。韓国動力資源研究所の好意による断面。

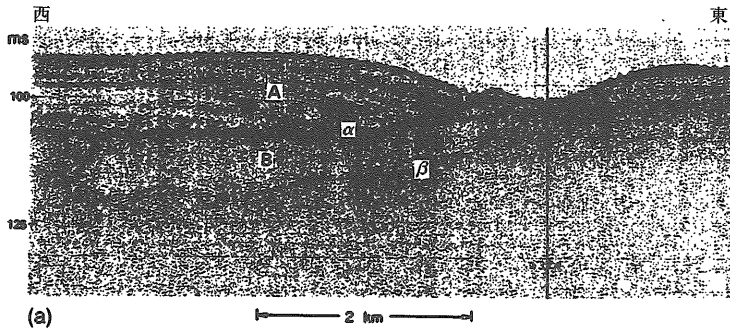
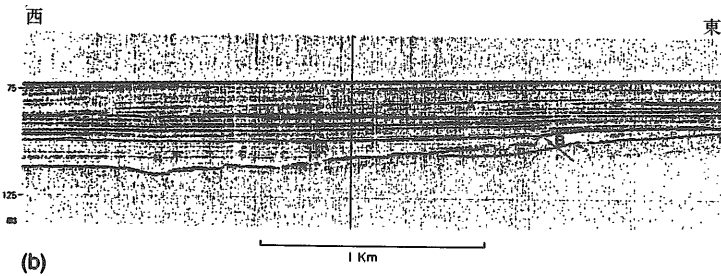


図-2.13 a: A層(海進層)中の傾斜層と、右側へ海底に露出している。下位にくる層間反射面 $\alpha$ を示しているヘテ島(北緯34°22', 東経125°30')東の3.5KHz音波反射断面(ORE)B層と下位にくる層間反射面 $\beta$ も示されている。



b: 韓半島の方への海岸の上位(矢印)を示す海進層A。鉛直スケールはミリ秒の往復走時。断面の位置は図-2.14aを参照。韓国動力資源研究所の好意による。

(S.W. KIM *et al.* 1980b).

東部黄海のいくつかの部分は音響波のエネルギー減衰の結果となるガス(二酸化炭素とメタン)でたぶん充滿されている(図-2.18)。この特徴は南西部の海岸地域に沿ってはむしろふつうである(図-2.10, 図-2.11)。高エネルギー音波探査では、音響不透明層は斜交した不連続の成層状態を示し、これは貝殻の濃集か、別の音響インピーダンスの他の物質の結果であることを示唆している。

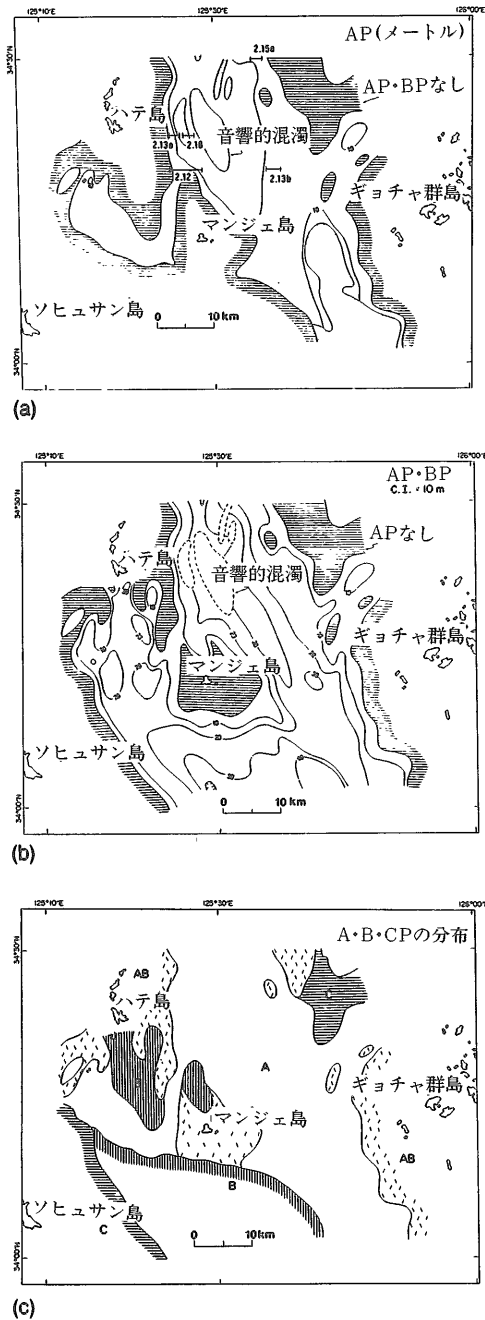


図-2.14 ソヒュサン島北東，南東黄海における；a：A層の等層厚線図，b：A層とB層の等層厚線図，c：A層・B層・C層と音響基盤の表面分布，韓国動力資源研究所の好意による断面。

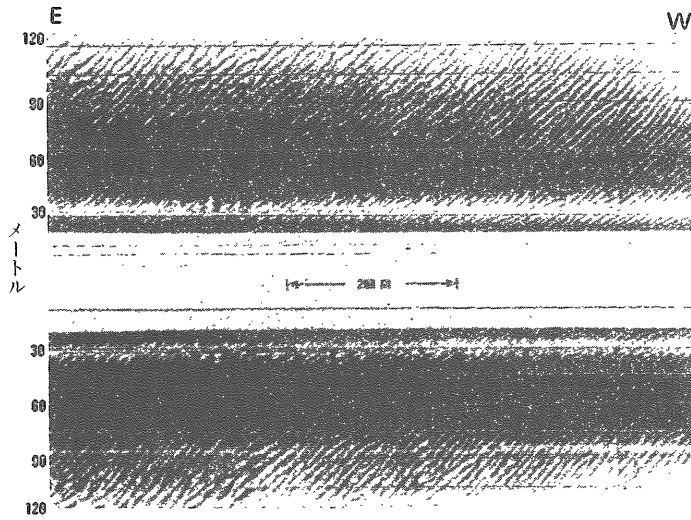
## 2.4 表層堆積物

### 2.4.1 分布

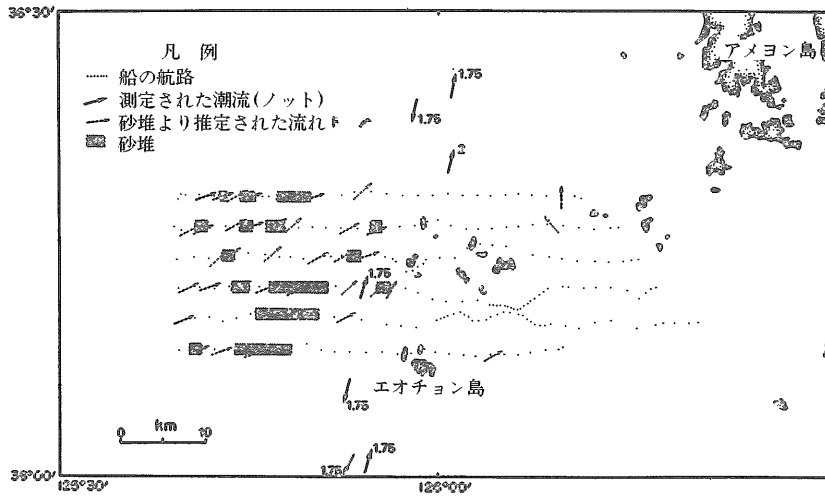
黄海の浅い大陸棚は，近接する陸塊の中国および韓半島から由来した堆積物の，造構的に安定で後氷期に沈水した蓄積の場である。この北東部では，黄海がこの海に主として黄土（レス）からなる泥質堆積物の巨大な量（毎年 $1,080 \times 10^6$ 万トン）を放出して（MILLIMAN and MEADE 1983），この海を淡黄褐色に染めているのである（図-2.19a）。揚子江もまた，南西部の黄海と東シナ海に巨大な量の碎屑物を移している（毎年 $478 \times 10^6$ 万トン）（MILLIMAN and MEADE 1983）。南西黄海と北部東シナ海において，泥質砂と砂質泥の帯を形成している（図-2.19b）。多数の短かくて急峻な韓国の河川が，東部黄海に，相対的に少量の砂質堆積物を放出している（CHOUGH and KIM 1981）。砂質堆積物もまた，黒潮による細粒堆積物の分離（NINO and EMERY 1961）に対応して，大陸棚の外部に卓越している（図-2.19b）。

南西部黄海における KIER 地質図作成プログラムによってなされた詳細な調査によってもまた，韓半島の近くにおいて，豊富な量の細粒堆積物の存在がわかってきた（図-2.20）（N.J. KIM *et al.* 1970; SEO *et al.* 1971; S.W. KIM *et al.* 1972; N.Y. PARK *et al.* 1973; C.G. KIM *et al.* 1974; C.G. KIM *et al.* 1975; J.H. CHANG *et al.* 1978; S.W. KIM and CHANG 1979; S.W. KIM *et al.* 1980a; S.W. KIM and MIN 1981; C.S. KIM *et al.* 1982）。キュム（クム，ギュム）川・ヨンサン川，および，附近の陸の影響からの粗粒堆積物以上に，細粒堆積物が相対的に多い放出に，後者の存在は主に依存している（H.I. CHOI and HAHN 1975; D.C. KIM 1980; J.H. CHOI 1981; S.C. KIM 1982）。

分級の良くない泥質堆積物もまた，沿岸域と島の周囲を除いて，韓半島の南西端に卓越しているが，それらの場所では強い潮流が細粒物質をより分けてしまっている。オド島近くのような沿岸域において，潮流は非常に分級が良いものから普通の分級の砂からなる砂州を形成している（S.W. KIM *et al.* 1980a; KLEIN *et al.* 1982）。しかしながら，



(a)



(b)

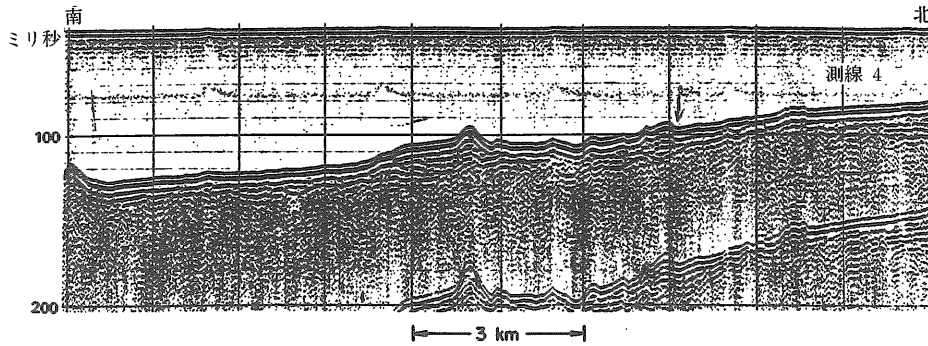
図-2.15 a : ハテ島北東 (北緯34°30', 東経125°35') の砂丘帯上のサイドスキンの反射記録。断面の位置は図-2.14aを参照。

非対称の砂丘の実際の大きさ : 長さ約3—3.5m; 高さ0.22—0.36m; 傾斜角約25—30°。流れは、北京から南西へ。韓国動力資源研究所, S.W. KIMの好意による。

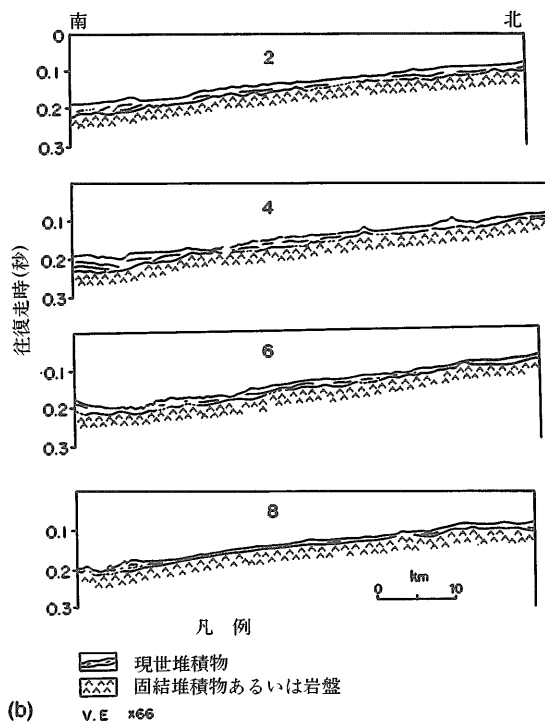
b : アンミョン島の沖合で発見された潮干帯の砂堆。韓国地質調査所報告書の好意による。C.M. KIM and LEE(1974)より。

ヂェヂュ島と韓海峡【対馬海峡】では、堆積物は主に分級の良いものから悪いものまでの砂礫からなっている (Y.A. PARK and SONG 1971; S.W. KIM *et al.* 1980b; S.W. KIM and MIN 1981; SUK 1981) (図-2.20)。これは強い潮流のせいであり、また、

おそらく対馬海流 (黒潮の一支流) の影響のせいであろうし、そしてこれは南からヂェヂュ島に接近した後に東方に流れている (K. KIM 1980)。ヂェヂュ島の北では黒潮の影響は、水塊 (Y.C. PARK 1981) と底質 (CHOE 1981) の両方とも、動物相



(a)



(b)

図-2.16 恐らく古第三紀と薄い新第三紀の堆積岩の、強い反射と音響基盤の薄い堆積層を示すヂェヂュ島の北における、ユニブームの断面 (a)、およびラインの略図 (b)。

鉛直スケールは、ミリ秒の往復走時。

断面の位置は、図-2.17を参照。

韓国地球科学・鉱物資源研究所報告書の好意による。

S.W. KIM *et al.* (1980b)

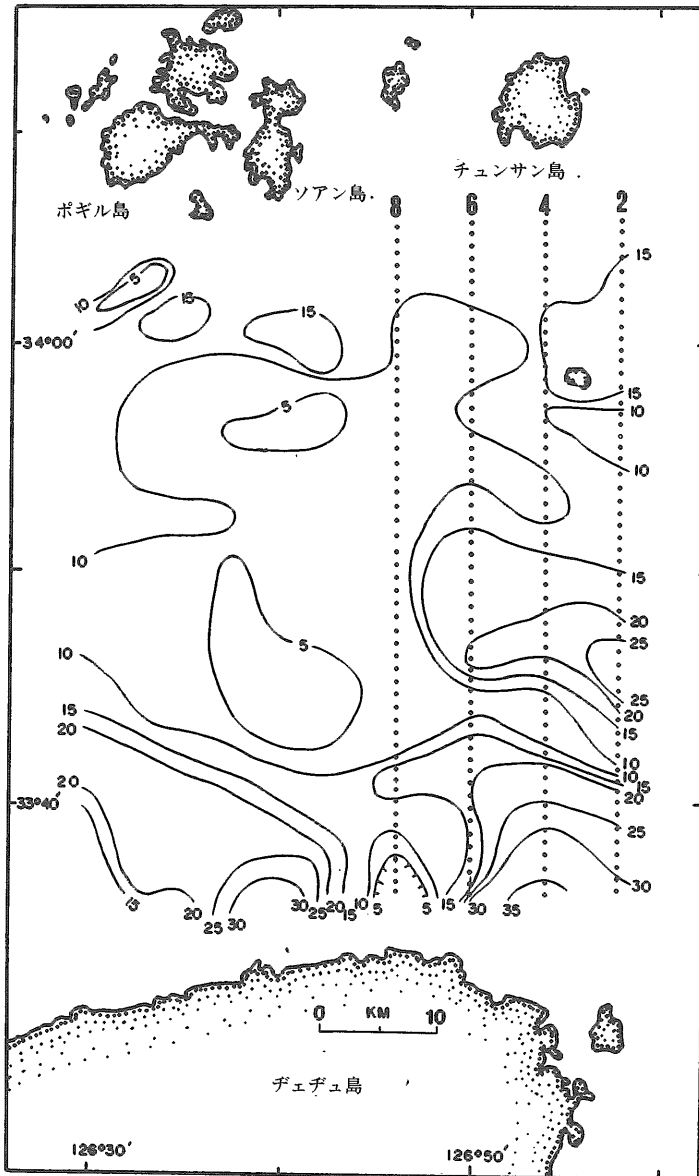


図-2.17 チェジュ島北の新第三紀堆積物の厚さ(メートル)。韓国地球科学・鉱物資源研究所報告の好意による。S.W. Kim *et al.* (1980b)。

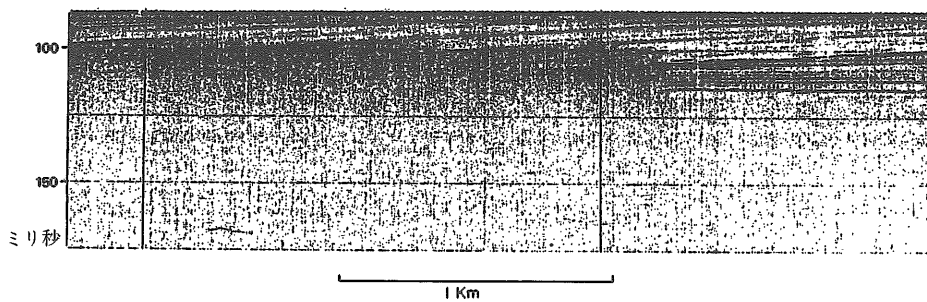


図-2.18 音響的混濁層で、その下で音響エネルギーの減衰を示すヘテ島東における3.5KHzの音波反射断面(ORE)

(位置は、図-2.14aを参照せよ)。鉛直スケールはミリ秒の往復走時。韓国動力資源研究所の好意による断面。

の組成によって示されている。

音波探査のプロファイルに示されているように(図-2.16), この海域の堆積層は薄く, しばしば基盤岩類が海底に露出している。砂礫質堆積物に発見された, 鉄に染められた石英砂 (S.W. KIM and MIN 1981) の存在は, 堆積物の後氷期の期間

における蓄積は最少であったことを示している。むしろ, 堆積物は地域的に侵食作用を受けていたのである。

#### 2.4.2 鉱物組成と地球化学的組成

黄海全体の堆積物は大部分碎屑性の粒子からなり, 一部に少量の有機物および自生の不溶性粒子

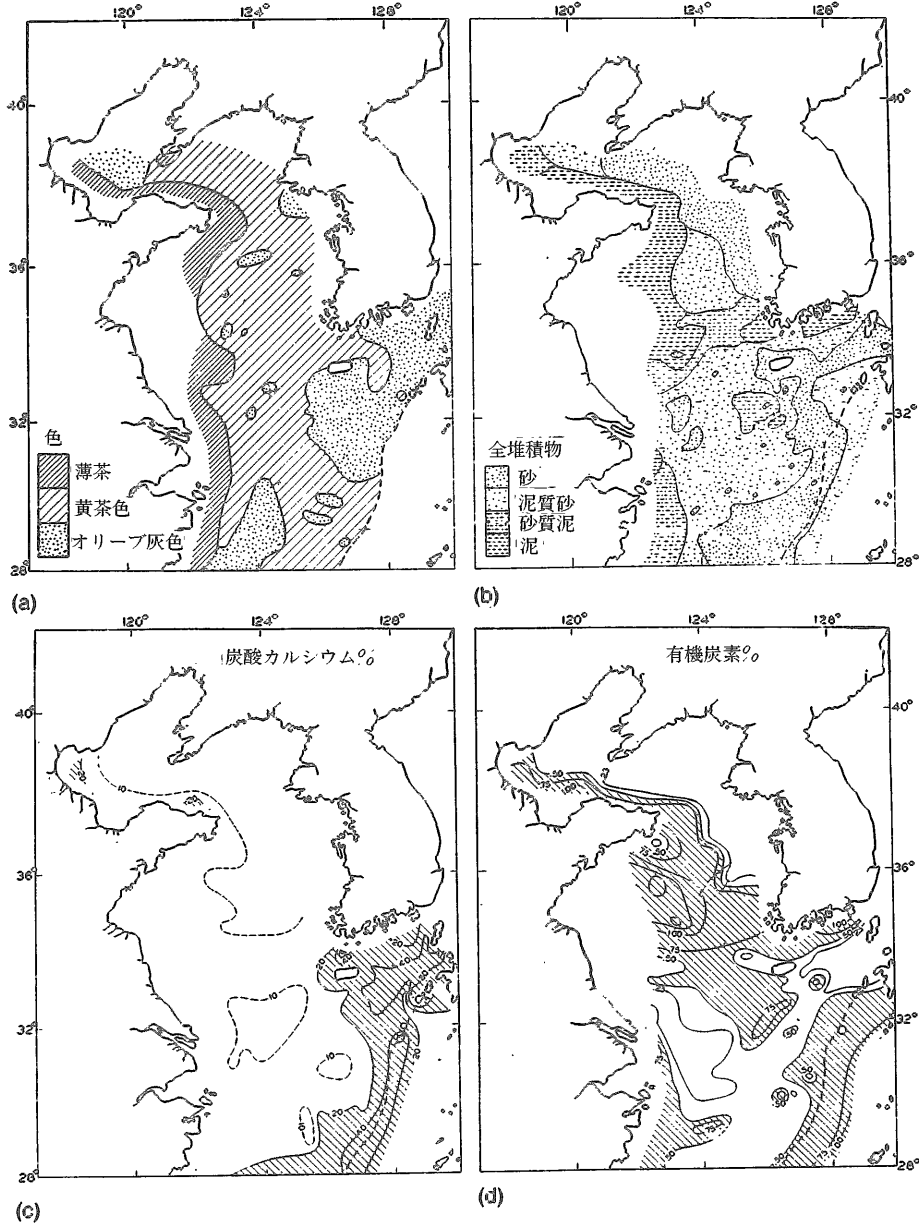


図-2.19 黄海と北部東シナ海における表層堆積物の一般的記載 (NIINO and EMERY, 1961). a : 色; b : 粒径による分類; c : 炭酸カルシウム (%); d : 有機炭素 (%). 米国地質学会報告の許可による再印刷。



を含んでいる。炭酸カルシウムは約10%であり、それは南東方に増加していく(図-2.19c)。陸源性のシルトと粘土の量は西方に多く(57.8%)、いっぽう、砂の成分(主として軽鉱物)は東方に卓越している。東部においては、砂粒サイズの軽鉱物は亜円から角状であり、石英(43-75%)・カリ長石(3-4%)・斜長石(3-25%)・岩片(1-10%)から主としてなっており(図-2.21a, 図-2.21b)(N.J. KIM *et al.* 1970; SEO *et al.* 1976; S.W. KIM *et al.* 1972; H.I. CHOI and HAHN 1975; C.G. KIM *et al.* 1975; S.W. KIM *et al.* 1977; KOO *et al.* 1980b), アークーズあるいは岩質アークーズ(コンパクトにした時)に属する。

韓半島の近くでは、細粒砂中の重鉱物組成は、角閃石・カンラン石・チタン鉄鉱・柘榴石・

リュウコクシン・ジルコン・緑簾石・金紅石・モナズ石・変質物等からなる(堆積物の約2.5%以下)(NINO and EMERY 1961; N.J. KIM *et al.* 1970; SEO *et al.* 1971)。少量の単斜輝石、斜方輝石・電気石・磁鉄鉱・リン灰石・赤鉄鉱・スフェーンもまた報告されている(J.N. KIM *et al.* 1970 LEE *et al.* 1980b)。

堆積物中の有孔虫含有量は黄海で約5%であり、チュチュ島の南方大陸棚では約40%となる(NINO and EMERY 1961; J.J. KIM 1970; C.G. KIM 1975)。浮遊性有孔虫は、*Globigerina bulloides*, *G. falconensis*, *G. pachyderma*, *G. quinqueloba* のような寒冷種、および、*Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *Globoquadrina dutertrei*, *Pulleniatina obliquiloculata* などのような温暖種を含んでいる。B.K. KIM

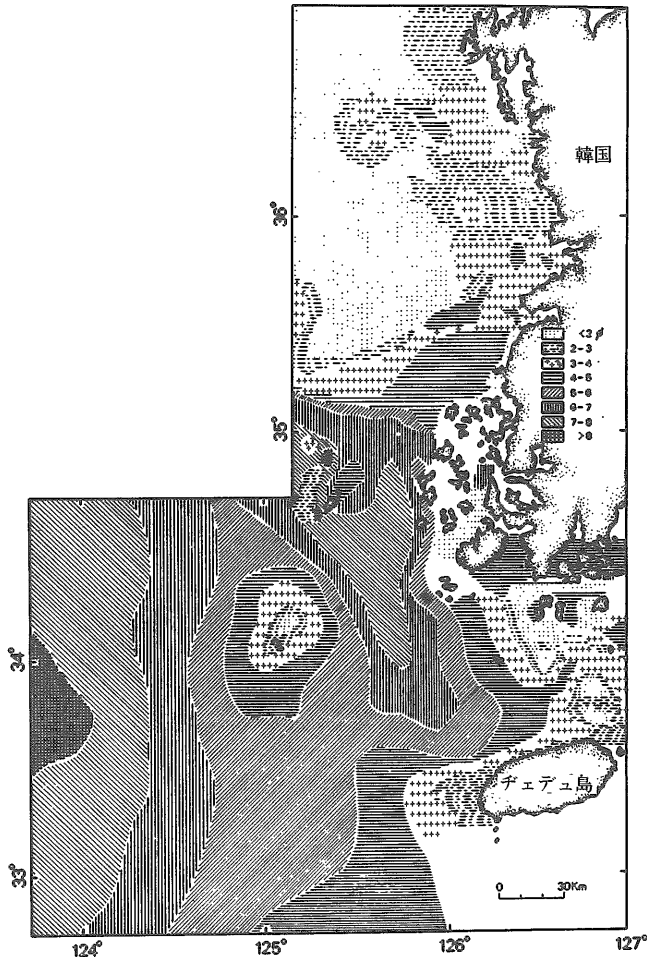


図-2.20 南東黄海の平均粒径分布を示す概念図。堆積岩岩石学雑誌の許可による, CHOUGH and KIM (1981)より修正。

et al. (1970) によれば、後者は温暖な黒潮の南東部黄海への侵入によるものである。この海で豊富に発見された底棲有孔虫は、*Pararotalia nipponica*, *Ammonia beccarii*, *Hanzawaia nipponica* を含んでおり、それらは約40%以下の砂を含む泥質堆積物中にも含まれている。貝殻片・ケイソウ・オストラコーダ・ウニのとげ、魚の菌や他の有機物の遺物もまたふつうに存在している。

堆積物全体中の有機炭素含有量は、約0.3% (0.1-0.9%) 以下であり (図-2.19d)、細粒堆積物

中に普通にみられる。沿岸の湾入部や河口の環境下において、それはかなり高く、ギョング湾 (S.W. KIM et al. 1979; Koo et al. 1980b)、およびヨンサン河口 (J.H. CHANG et al. 1978; S.W. KIM and CHANG 1979) においては、3.0%の範囲になる。堆積物中のチッ素含有量はおよそ、0.005%から0.01%の間にある (C.G. KIM et al. 1975)、よって測定された黄海中の底質の無機物分析は、 $\text{SiO}_2$  が最も多くて (71-86%)、次に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (6-16%)、 $\text{K}_2\text{O}$  (3.2-3.9%)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1.2-3.8%)、 $\text{Na}_2\text{O}$

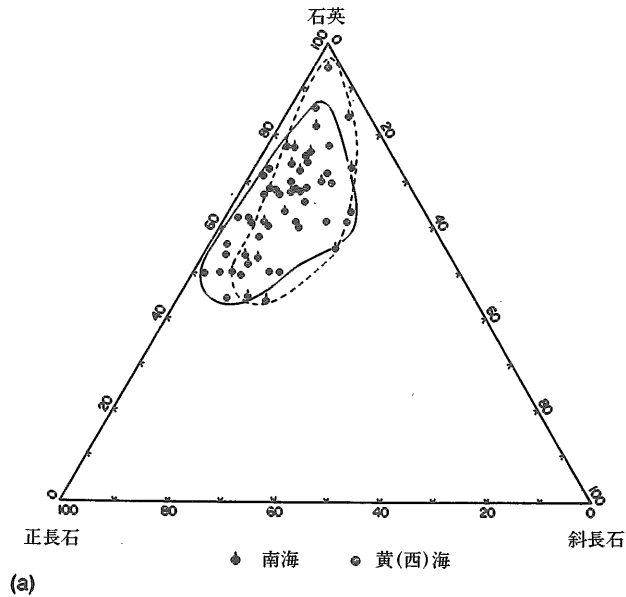
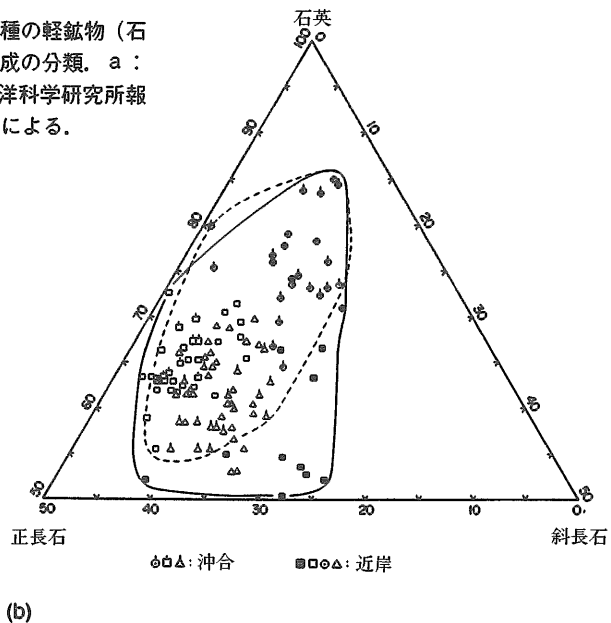


図-2.21 黄海と南海の堆積物中の3種の軽鉱物 (石英・正長石・斜長石) による堆積物組成の分類。a : 海岸域; b : 沖合および近岸。韓国海洋科学研究所報告の好意による, Koo et al. (1980b) による。



(1.2-2.5%), CaO (0.5-6.7%), MgO (0.1-2.3%) であった。東部黄海と南海との海岸泥帯および沿岸域では、主として  $\text{SiO}_2$  (46-88%) および  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2.8-17.5%) が存在し、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.3-6.0%), CaO (0.6-6.7%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (1.6-3.8%),  $\text{K}_2\text{O}$  (1.2-3.9%), MgO (0.2-3.0%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0.01-0.3%),  $\text{MnO}_2$  (0.02-0.2%),  $\text{TiO}_2$  (0.05-0.7%), S (0.005-0.7%) がそれらに続いている (Koo *et al.* 1980b)。少量ではあるが、これらの堆積物中の痕跡元素は、Cu, Ni, Co, Cr, B, V, Ba, Sr, Pb, Zn, In, Zr, Th, U, Au を含んでいる。

図-2.22は、黄海および南海の堆積物中の全鉄量 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  として表現) プラス酸化マグネシウム (MgO) の相対量を、 $\text{Na}_2\text{O}$  と  $\text{K}_2\text{O}$  との量を比較したものである。鉄とマグネシウムは、イライト・緑泥石・モンモリロナイトと同様に、黒雲母・角閃石のような、鉄とマグネシウム鉱物中に発見されている。 $\text{K}_2\text{O}$  と  $\text{Na}_2\text{O}$  はアルカリ長石・白雲母・イライト中に存在している。堆積物は大部分が中央部の範囲におち、これはタフロ地向斜のような、造構的環境を急激に充填するところに見出されるようなアーコース質の特徴をもっている (BLATT *et al.* 1980)。化学成分のデータはこのように、前述した鉱物のデータと一致している。

## 2.5 分散パターン

南東部の黄海における細粒堆積物の分散パターンは、D.C. KIM (1980), J.H. CHOI (1981),

CHOUGH and KIM (1981), CHOUGH (1981a・1983a) によって決定され、彼等は  $2\ \mu\text{m}$  以下の粘土鉱物および全堆積物中の若干の微量元素を研究した。この海域の粘土鉱物は、カオリナイト-線泥石-イライトの組成で代表される。モンモリロナイトはふつう少なく、痕跡でいどにのみ産出する。

### 2.5.1 粘土鉱物分布

カオリナイトの20%以上の高濃度の所は近岸、特にキュム川の河口近くにあり、北西方と南西方との両方に約120kmも延長している(図-2.23a)。北西方の延長は海岸に接近し、テアン半島沖の南西方にかたよる。南東方の延長では、高濃度のカオリナイト帯は20m以浅に制限されている。さらに南では、カオリナイトの量はキュム・ヨンサン河口から離れて、しだいに減少していく。

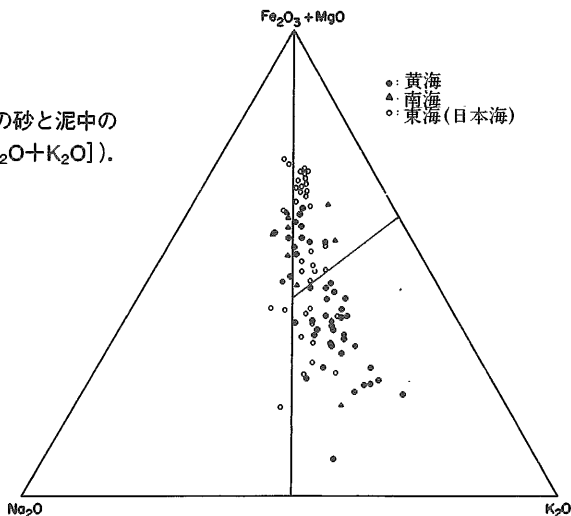
緑泥石の分布はカオリナイトのそれに似ているが、より不明確である(図-2.23b)。20%以上になるところの海岸近くと、両方の河口でその濃度は一般に高い。

カオリナイトと緑泥石の代りに、イライトは粘土の75%以上を包含している(図-2.23c)。キュム川とヨンサン川の影響から離れて海がわにイライトは増加していき、北緯35°の南の海域において、キュム川河口の西に濃縮している。黄海と東シナ海の大部分において、イライトの全量は、黄海と楊子江から由来したと信じられている (GRADUSOV 1974; CHEN 1978)。

### 2.5.2 微量元素の分布

分析された6つの微量元素のうち、4つ(すな

図-2.22 黄海・南海・東海(日本海)の砂と泥中の化学組成 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$  対アルカリ [ $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ])。



わち, Zn, Cu, Ni, Fe) は, キュム川とヨンサン川の河口, および, 隣接している沿岸域近くで, 濃度を増す傾向がある. 他の2つ (すなわち, Pbと $C_0$ ) はむしろ分散しており (CHOUGH 1983a), 以前にCHOUGH and KIM (1981) によって発見された細粒堆積物の分布パターンと異なっている.

Znの分布 (図-2.24a) は, カオリナイトや緑泥石の分布と若干の類似性を示している. すなわち, 増大した値 (150ppm以上) はキュム川とヨンサン川の河口, および, 沿岸域で岸から約50km以内にある. W.Y. KIM and PARK (1978) によって測定された, キュム川の河口での底質中のZnの値は, 約60から170ppmにわたっている. Koo *et al.* (1980b) もまた, 懸濁物中に同様な値, すなわち, 15から50 $\mu\text{g/l}$ で平均25.5 $\mu\text{g/l}$ の値を報告している (K.W. LEE *et al.* 1979). 近接する河川の集水盆中の, 先カンブリア紀の片麻岩と片岩からの材料と流入と, Znの分布は恐らく関係している. 南東黄海中のZn濃度は, 土壌中の約50-100ppmという世界の平均値よりやや高く (AUBERT and PINTA 1977), それは泥質堆積物中において一般に高い (図-2.20, 図-2.24a). Znは粘土鉱物とそれらのコロイド物質と主に関係していることを示唆している.

銅濃度の分布 (図-2.24b) は, キュム川とヨンサン川の集水域における酸性岩からの堆積物の生産を反映しているかも知れない. その分布パターンもZnのそれに従い, キュム川とヨンサン川河口近くにおいて高い, キュム川の河口での懸濁物中では, K.W. LEE *et al.* (1979) は, Cuの20 $\mu\text{g/l}$ より大きい平均を発見し, より高濃度 (韓国における他の川と比較して) は川の上流における公害のせいであるとした. キュム川の河口の西において, Cuが沖合に一般に減少することは, 堆積物の砂含有量に対比され, それは主に粘土鉱物と他のコロイド相に関連していることを示して

いるようである.

鉄濃度 (CHOUGH 1983a) の沿岸での富化は, 変成岩から由来した鉄の多い碎屑堆積物の流入の結果として説明できるだろう. キュム川河口の底質中の鉄濃度は約25,000ppmより一般に高く, これは懸濁物において, 3,600 $\mu\text{g/l}$ までである (W.Y. KIM and PARK 1978). 南東黄海中の鉄濃度もまた, 泥質堆積物に関係していて, これは細かく分割された酸化物と水酸化物として存在するであろう.

ニッケルの分布はかなり低く, たぶんこれは酸性岩, および, 温帯における溶脱したポドソル質の堆積物中における低濃度のせいであろう. しかしながら, それは沿岸地域では濃縮される傾向が

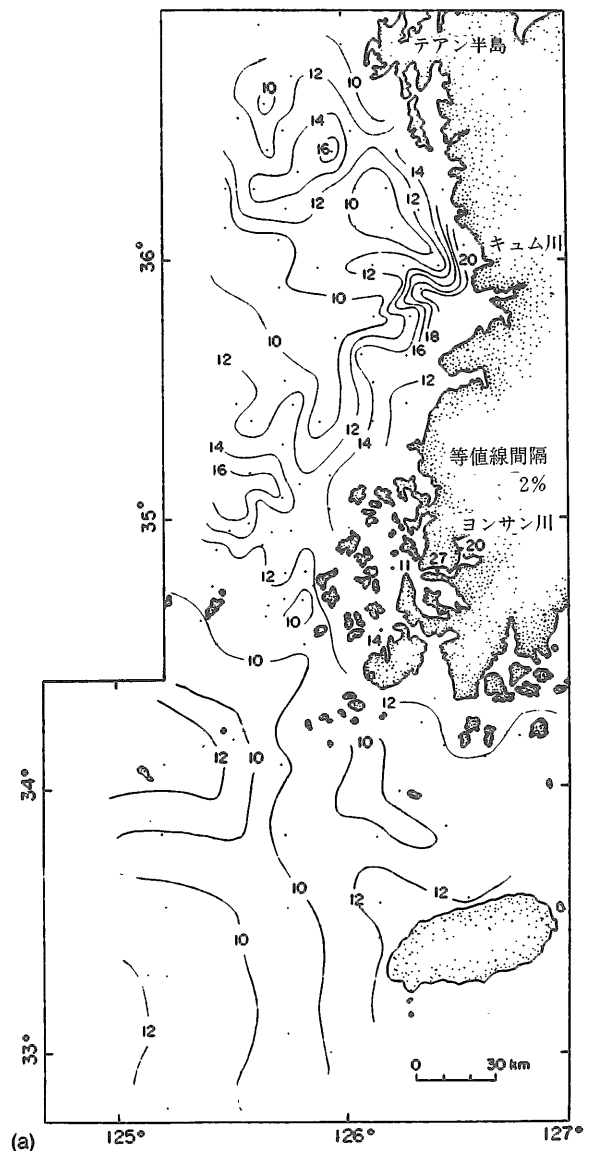


図-2.23 南東黄海における粘土鉱物の分布 (2 $\mu\text{m}$ 以下で, 炭酸塩フリーの粒子).

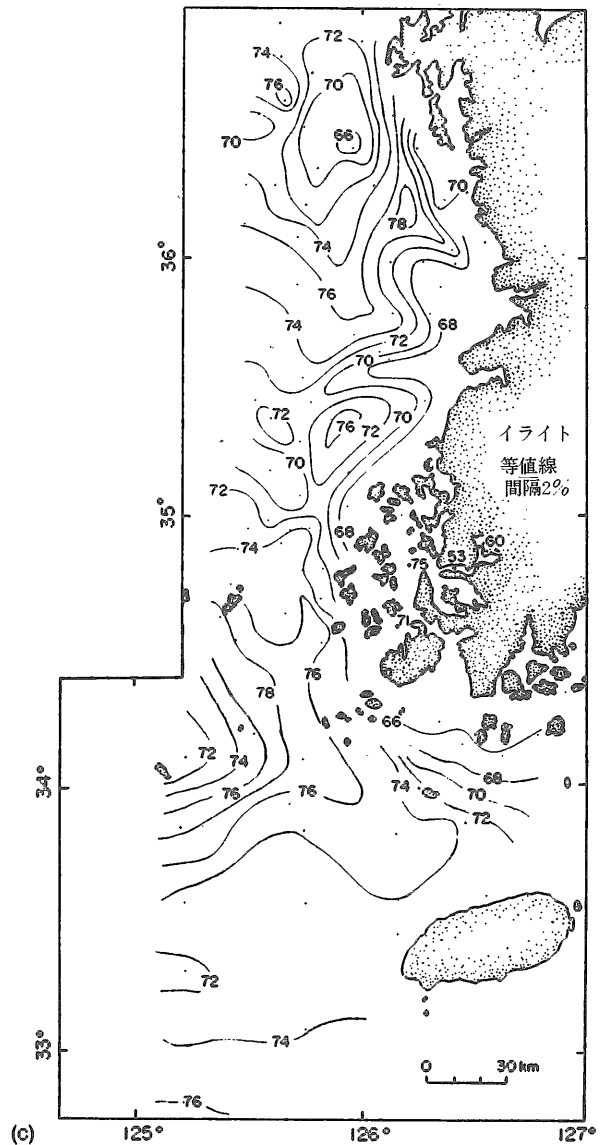
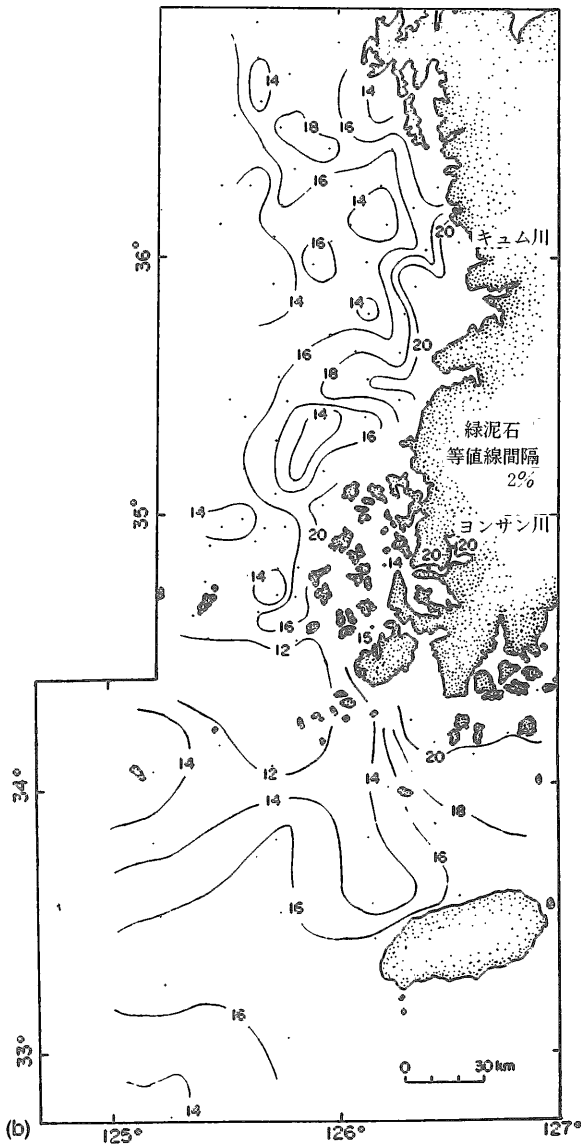
a: カオリナイト; b: 緑泥石; c: イライト, 点はサンプル採集地点. 堆積岩岩石学雑誌の許可によるCHOUGH and KIM (1981) より修正.

あり、南西方に増加する傾向がある。

鉛とコバルトの両方の分布パターンは、上述のものからかたよっている。鉛は南東黄海の上位3分の1と下位3分の1に濃縮しているが、いっぽう、コバルト濃度はむしろパッチ状である。酸性岩あるいは変成岩中のコバルト含有量は比較的low、5-30ppm (AUBERT and PINTA, 1977) であり、南東黄海においてコバルトのより低い濃度はその分散のためであろう。キュム河口と隣接する南岸における懸沖物中の鉛の値は、5-20  $\mu\text{g/l}$  以上もあり、これは上流の公害のせいである (K.W. LEE *et al.*, 1979)。

2.5.3 細粒堆積物の分散

Hahn *et al.* (1978a, 1978b) によって編纂された等温線のパターンは、観察された細粒堆積物の分布パターンと一致しているようにみえる。すなわち、1961年から1975年間に観測された、固定した温度の間隔での水平的な温度分布は、冬季に典型的には2月 (図-2.25a) に低温 (3-6°C) の等温線がすべての水深において南東方へ延びており、テアン半島近くで海岸のほうに収斂していることがわかった。これらの等温線はそれからおよそ北緯25°以下で南西方に延びており、それは東部黄海中において、時計まわりの沿岸流の存在を指示している。夏ではこの傾向は逆転する。特に30mと50mの深度で、等温線は南方から延びて



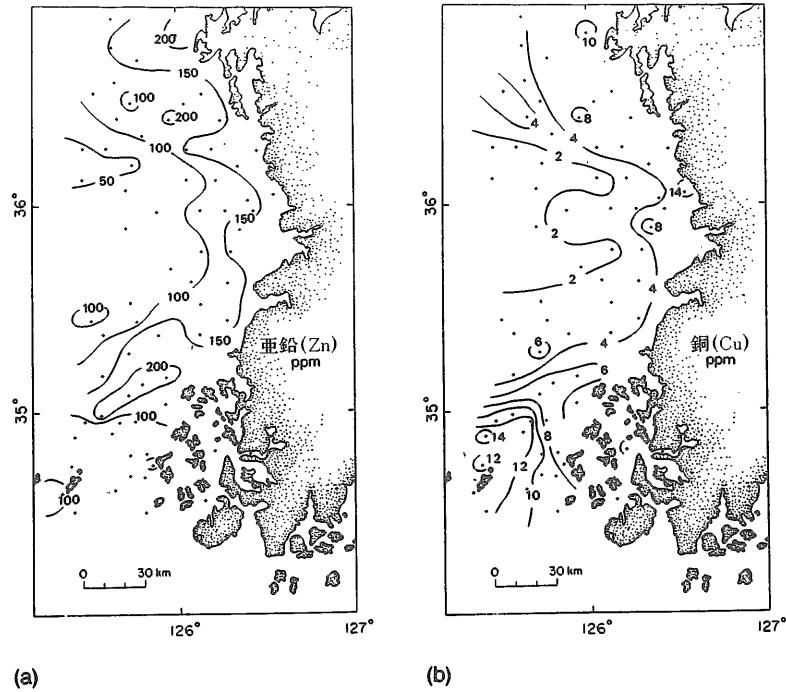


図-2.24 南東黄海の全堆積物中の微量元素の濃度,  
 a : 亜鉛 (Zn) ; b : 銅 (Cu).  
 COOP 技術報告書の許可による, CHOUGH (1981a,  
 1983a) による.

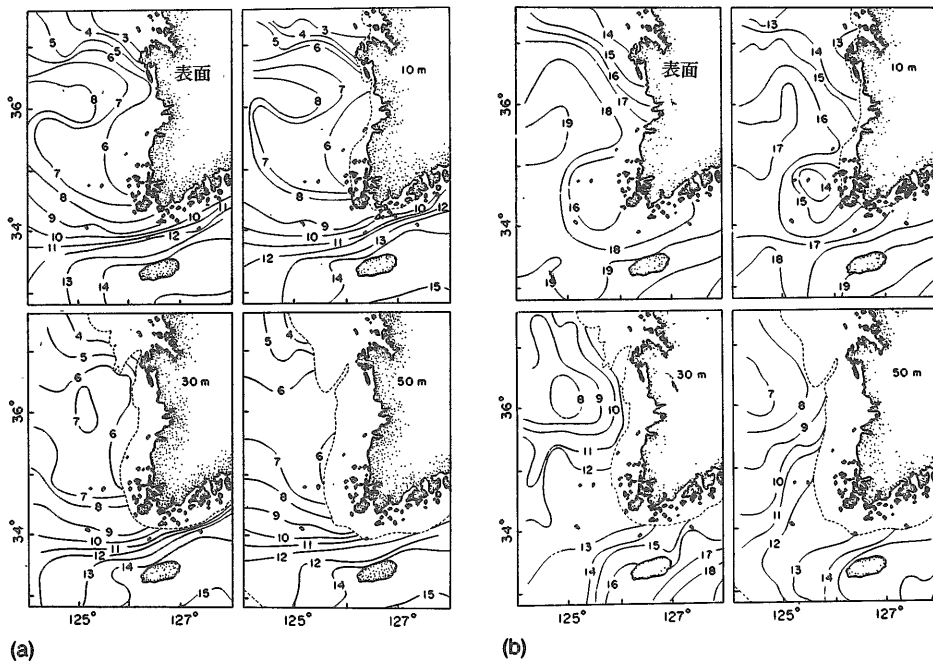


図-2.25 南東黄海における温度 (°C). a : 2月;  
 b : 6月. 堆積岩岩石学雑誌の許可による, CHOUGH  
 and Kim(1981) による.

きて、反時計まわりの流れのジャイロを示唆している(図-2.25b下)。1979年6月から1980年6月の間(NAM and SEUNG 1980)になされた。北緯35°のやや北方海域での一連の現地流速測定もまた、冬季に約4 cm/sの南西方への運動を示している。それは夏季に大きく逆転するのである。春と秋には、温度構造は不安定な天候状態のために一時的である。

カオリナイトと緑泥石に富む細粒堆積物の北西方への延長は、夏の間反時計まわりの沿岸流によってキュム川から細粒物質の移動の結果であり、反対に冬の間は、時計まわりの循環が細粒物の南西方への帯状分布の原因である(図-2.26)ことを, CHOUGH and KIM (1981) は示唆した。半島の南西端と残りの海におけるイライトに富んだ堆積物を南東黄海に運び込む影響は最小と考えら

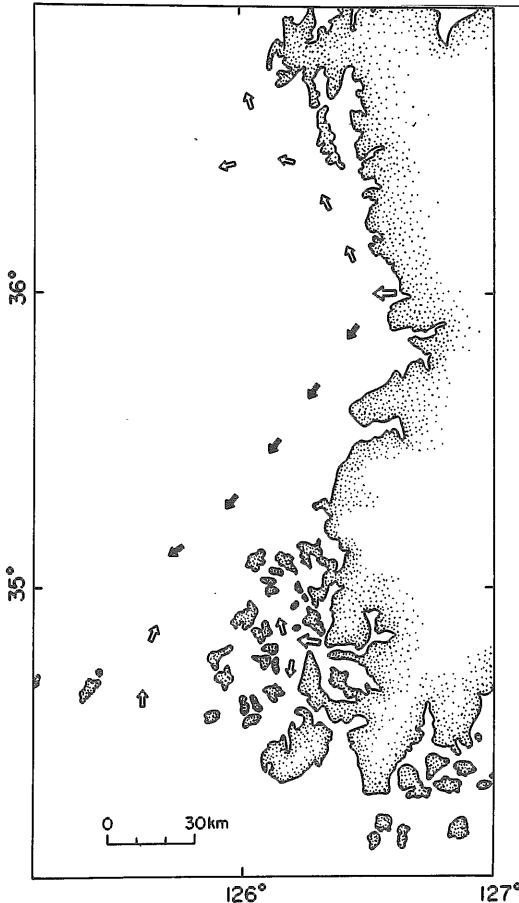


図-2.26 南東黄海中の細粒堆積物の可能な運搬経路。堆積岩岩石学雑誌の許可による, CHOUGH and KIM (1981) による。

れる。泥質堆積物の分散への潮流の影響は、まだ評価されていない。(次号に続く)

### 物流が大きく変化

高速道路は、日本の時間地図を大きく塗りかえてしまった。鳥取県の境港で前夜、陸揚げされた水産物が、翌朝の築地市場のセリに出される時代だ。所要時間は12時間。高速道路による輸送時間の大幅な短縮、輸送コストの減少、到着時間の正確さによって日本の物流が大きく変わってしまった。特に農産物は、東京をはじめとする大都市圏の近接地と遠隔地との地域的な差がなくなり、産地間の競争を激しくしている。

もともと、農産物は傷みやすい上に鮮度が重視される品種が多いため、迅速性や簡便性、一貫性に優れる自動車輸送になじみやすい。香川県のレタス、熊本県のトマト、青森県の大根などが高速道路輸送によって、どんどん東京市場へ出荷されている。

「標高1,015メートル」の標識が立っている中央自動車道。八ヶ岳、中央アルプスを縫うように走るこの道路は、夏には「サラダ街道」になる。レタス、トマト、白菜、アスパラなど高原野菜を満載したトラックが東京へ向かって次々と疾走していくのだ。原産地は長野県の高原地帯。長野県は夏野菜にかけては日本一を誇る。特に、東京で消費される夏のレタスの8割を占める。

「野菜全体で見ると、東京への出荷は26%で、市場の中心は京阪神です。ただ、夏場は東京へのウエートが高くなります。長野では高原を利用した夏野菜の生産が盛んですが、高速自動車道の開通が非常に大きい。野菜は鮮度が価格を左右するので、特に夏に長時間かけて運搬したのでは品質的価値が下がって売りものにならない。そのネックを解消してくれた」というのは長野県園芸蚕糸部流通課の丸山課長。

伊那地区を例にとると、中央自動車道開通以前は、朝のうちに出荷した野菜果物が翌朝の市場に間に合うのは東京、名古屋、大阪まで。いまは中国、四国、九州まで送れるようになった。集荷された野菜などを5~10度に冷やす予冷庫が整備されたことにより、完熟のトマトを傷めずに出荷できるようになった。