西日本地域における古第三系および下部新第三系の古生物年代学的研究

(第2報, 西彼杵半島周辺の古第三系の対比と古生物年代学的区分について)

水 野 篤 行*

(1962 年 5 月 23 日受理)

Paleogene and Lower Neogene Biochronology of Western Japan

(II. On the Correlation and Biochronologic Division of the Paleogene Strata
in the Vicinity of Nishisonogi Peninsula, Northwestern Kyûshû)

Atsuyuki MIZUNO

(Abstract)

Based upon the Paleogene stratigraphy, lithology and faunal occurrences of the Takashima, Isahaya and Sakito coal-fields described in the preceding report, the problems of correlation and biochronologic division of the strata of these areas are discussed in the present article.

The problem of correlation is somewhat difficult for the reason of litho- and bio-facies differentiations between the three areas. But, the correlation shown in fig. 1 seems to be appropriate from the view-point of extensions of some characteristic strata over two or three areas.

No significant time-hiatus is recognized, but some regularities in the vertical distributions of the molluscan fossils are shown in the stratigraphic columns summarized for these areas. The Paleogene strata of the areas can be divided into five biochronologic units, namely the Takashima, Okinoshima, Funazu, Maze and Nishisonogi stages in ascending order.

The characteristics of the litho- and bio-facies of each stage are also discussed.

ま え が き

第1報⁷⁾では標題の議論のための基礎的資料として、西彼杵半島(九州北西部)周辺の高島・諫早・崎戸3炭田地域における古第三系の層序・岩相および産出貝類化石群のあらましをのべた。本稿では、3炭田の諸層間の対比の問題にまずふれ、それと貝類化石群の時代的变化の規則性とにもとずいてなされた5階について、各階の堆積相・化石群の特徴をのべる。

1 古 第 三 系 の 対 比

この地域の古第三系の対比についてはすでに鎌田⁴⁾、村田・森永¹⁰⁾らによつて論じられている。しかし、筆者の見解は多少これらとちがうところがあるので、はじめに対比の問題にふれておく。

高島・諫早両炭田間の対比 高島・諫早両層群は層相・厚さが互いにまったくことなるために、その対比については積極的な証拠となるものがない。しかしながら、両者の下位にそれぞれ横たわる香焼・北浦両層および上位の沖ノ島・切宮両層が層相・貝化石群の類似性から確実に対比されるので、高島・諫早両層群の対比もまた確実である。ただし、それらの細部の対比については問題があろう。より上位についてはさらに対比が困難である。ここではじめに注目すべきものは下部伊王島層上部の

* 工業技術院地質調査所地質部

地質学雑誌 第68巻 第807号 1962年12月

含炭部および長与層中下部の含炭部の存在である。後者自体いちじるしい岩相の側方変化をしめすので、その両部分が厳密に対比されるかどうかはいえないが、両者のおおよそその対比によつて何ら不都合を生じない。すなわち、その上位では粒度の上で次第に細粒化し、そして共通の化石群をふくむ山口層・大明寺部層となる。いつぼう、下位では、下部伊王島層下部の粗粒部がおおよそ切宮層上部の白色砂岩にとむ部分に相当することになり、このことは岩相変化によつてしめされている環境の変化および貧弱ではあるが共通の化石の産出によつてうらづけられている。諫早炭田の洗切層・平木場層の層準は高島炭田では欠けていると思われる。

崎戸炭田と上記炭田との間の対比 崎戸炭田の赤崎・寺島両層は従来香焼・二子島両層にそれぞれ対比されてきた。このことは岩相よりみてそれほど問題がないであろう。しかし、苺島・崎戸両層を上部伊王島層に対比するという見解⁹⁾¹²⁾には異論がある。筆者の考えでは、岩相上の特徴から西彼杵層最下部と平木場層最下部とが確実に対比されること、その下位にある間瀬層と洗切・山口両層とが、ほぼ同様な岩相の垂直的变化をしめし、かつ同様な化石群をもつので対比可能であることから、山口層に相当する上部伊王島層の大明寺部層は間瀬層に対比される。そして、苺島層と崎戸層とは上部伊王島層のうち船津砂岩層に対比されるのである。これらのことは化石群の比較の上からも支持される。

西彼杵層は下位層が凝灰岩をほとんどふくまないのに対してとくにその下部が凝灰岩を多量にふくむこと、また化石群の構成も下位のものとはまったくことなることで特徴のある地層である。諫早炭田の平木場層は同様な特徴をもち、また下位諸層の対比関係の点からみても確実に西彼杵層に対比される。ただし、平木場層が西彼杵層のうちどの層準までに相当するかの点については問題がある。現在のところ、筆者は岩相の特徴や唐津・諫早両炭田におけるその付近の層準の岩相・厚さの変化の状態からみて、おそらく、平木場層は徳万部層（一部百合岳部層？）と同時期と考えている。

2 貝化石群の時代的变化の規則性

3 炭田を通じて、それぞれの層準について化石群の構成をくわしくみた場合、その構成の垂直的・水平的変化は不規則的にみえることが多い。そしてある場合には同様な構成が垂直的に数 100m へだたつた層準に孤立的にふくまれ、また構成が明らかに同時代における地域的な環境・底質のちがいを反映していると考えられることも多い。あるいはもつと偶然的な要因に支配された結果と考えられることもある。そして全地域を通じて、個々の Zonule の設定がきわめて困難であるようにみえるほど、時間的にも空間的にも不規則である。

しかしながら、1つの層序区分単位あるいはそれらをいくつかあわせた程度の大きな単位で全層序断面における化石群の変化を考える場合には、そこにある規則性が存在することがみいだされるのである。すなわち、化石群がある垂直的な幅を単位として次第に変化していることが指摘される。この変化は属種の出現・消失、あるいはある属または亜属の種の交替の総和としてあらわされている*。

3 いわゆる不整合関係の時間的意義

3 炭田において今まで「不整合関係」といわれている層準が古第三系のなかに 3 カ所ある。すなわち、崎戸炭田の寺島・苺島両層の間、同炭田の崎戸・間瀬両層の間、高島炭田の沖ノ島・下部伊王島両層の間である。第 1 のものについては構造発達史の上からは大いに重要性があり、またかなりの時

* 種のレインジ・チャートおよびこの規則的变化の要因については第 3 報以下でふれる予定なので、ここでは省略する。

崎戸・間瀬両層の間については、長浜・松井¹¹⁾が崎戸一大島地区において不整合現象をみとめ、また斎藤¹³⁾¹⁴⁾は唐津炭田での調査結果から同炭田の相知層群と杵島層との間に不整合関係をみとめ、同様な関係が崎戸炭田にもあるとした。そして、これによつてあらわされる造山時階を先杵島時階となづけて、環太平洋地域を通じての、その地質学的意義を強調した¹⁴⁾。いつぼう、両層のさかいには、松島一板ノ浦地区の福島東海岸では、筆者の観察によれば、第1表にしめすような関係にある。その

第1表 福島東海岸における，間瀬・崎戸両層の関係

間最	{	<i>Crassostrea sakitoensis</i> , <i>Chlamys sakitoensis</i> の破片密集帯数枚をふくむ砂岩	4 m+
瀬下		同上化石の破片が密集する貝殻質砂岩	1.5m
層部		大礫礫岩	0.5m
		含礫白色細粒砂岩 (クロス・ラミナ)	2.5m
		大礫礫岩	1.5~2.0m
—— 漸 移 ——			
崎戸層最上部	{	含植物破片, 細粒砂岩 (炭質物, クロス・ラミナ)	0.8m
		中礫礫岩	0.5m
		板状細粒砂岩	2.0m
		石炭のパッチをふくむ粘土	0.5m
		炭質頁岩	0.5m
		白色細粒砂岩 (クロス・ラミナ)	4.0m
		大礫礫岩	0.4m
—— 以下 略 ——			

沖ノ島・下部伊王島両層の間については、浅野・村田¹⁾が、沖ノ島における野外観察の結果から「いちじるしい不整合関係」を推定し、また村田²⁾はその間に同氏の *Plectofrondicularia nogataensis* zone が欠ける程度の時間的間隙を考えている。筆者は沖ノ島の露頭観察では整合関係と結論した。しかし、かりに「不整合関係」が正しいとしても、構造発達史の上ではともかく、諫早炭田における該当層準との対比関係（前節参照）の点からみて、それほど大きな時間的間隙があるとは考えられない。

4 階 の 区 分

以上にのべたことから、次の点が明らかである。すなわち、3 炭田に発達する古第三系はそれぞれ時代的範囲をずらせているが、それらを総合すれば、古第三紀全体にわたって、ほとんど時間的間隙をふくまない、ほぼ完全な層序断面がえられる。そして、その層序断面には、上下を通じて多くの貝化石がふくまれ、それらはかなり規則的な時代的变化をしめしている。これらのことにもとづいて、古第三系について、第2表にしめしたような階の区分が可能である。これは筆者⁶⁾がかつて予察的に提案した分帯を改訂したものである。

5 各階の堆積相・具化石群の特徴

各階については、第2表にしめしたように、それぞれに模式層をあたえた。各階がふくむ地層は第1

* それぞれの関係がしめす構造発達史の上での意義については、興味ある問題ではあるが、本論の主題と関係がないので省略し、別の機会にふれたいと思う。

第2表 古生物学的年代区分

水野 ⁶⁾ の区分	新しい区分		およそその地質年代
	階名	模式層	
<i>Venericardia vestitoides</i> 帯	西 彼 杵 階	西 彼 杵 層	漸 新 世 後 期
<i>Venericardia yoshidai</i> 帯	間 瀬 階	間 瀬 層	漸 新 世 前 期
	船 津 階	船 津 砂 岩 層	漸 新 世 最 前 期
<i>Venericardia nipponica</i> 帯	沖 ノ 島 階	下 部 伊 王 島 層 沖 ノ 島 層	始 新 世 後 期
	高 島 階	端 子 島 層 二 香 島 層 香 焼 層	始 新 世 前—中 期

第3表 各階の主要化石種

各 階 の 主 要 化 石 種	階
<i>Turritella infralirata</i> , <i>Euspira ashियाensis</i> , <i>Portlandia scaphoides</i> , <i>Acila ashियाensis</i> , <i>Chlamys ashियाensis</i> , <i>Lima nagaoi</i> , <i>Crassatellites inconspicuus</i> , <i>Venericardia vestitoides</i> , <i>V. subnipponica</i> , <i>Pitar matsumotoi</i> , <i>Callista hanzawai</i> , <i>Septifer nagaoi</i>	西 彼 杵
<i>Turritella karatsuensis</i> , <i>Tropicolpus sakitoensis</i> , <i>Volutospina japonica</i> , <i>Nucula mazeana</i> , <i>Acila nagaoi</i> , <i>Chlamys sakitoensis</i> , <i>Crassatellites matsuraensis</i> , <i>Venericardia yoshidai</i> , <i>V. subnipponica</i> , <i>Fragum? kishimaense</i> , <i>Pitar matsuraensis</i>	間 瀬
<i>Volutospina japonica</i> , <i>Nucula hizenensis</i> , <i>N. mazeana</i> , <i>Cucullaea nipponica</i> , <i>Noetia nagaoi</i> , <i>Crassostrea sakitoensis</i> , <i>Crassatellites matsuraensis</i> , <i>Venericardia hizenensis</i> , <i>Fragum? kishimaense</i> , <i>Pitar matsuraensis</i> , <i>P. kyushuensis</i> , <i>Psammotaea? equideclivis</i>	船 津
<i>Colpospira yabei</i> , <i>Polinices nomii</i> , <i>Pseudoperissolax yokoyamai</i> , <i>Volutospina? nishimurai</i> , <i>V. japonica</i> , <i>Nucula hizenensis</i> , <i>Venericardia nipponica</i> , <i>V. nagaoi</i> , <i>V. okinoshimensis</i> , <i>Pitar kyushuensis</i>	沖 ノ 島
<i>Bellamya koyagiensis</i> , <i>Colpospira okadai</i> , <i>Faunus miikensis</i> , <i>Vicarya yabei</i> , <i>V. n. sp.</i> , <i>Polinices eocenica</i> , "Orthaulax" <i>japonicus</i> , <i>Pitar hinokumai</i> , <i>Pycnodonta cassis</i> , <i>Corbicula nagaoi</i> , <i>Phaxas brevis</i> , <i>Lentidium? kyushuense</i>	高 島

図および前報告⁷⁾の第1表を参照。各階の主要化石種は第3表に示されている。

高島階 高島階全体を通じ、少くとも高島・諫早両炭田地域で、淡～汽水相→汽～海水相→汽～淡水相という層相の垂直的变化がある。また、一部（とくに中部の二子島層と江ノ浦層）では、その両地域で層相を大きくちがえている。この層相変化に応じて化石群の構成も多少かわつている。ただし、化石の産出は全階を通じて sublittoral ないし汽水相、かつ泥相に多く、香焼層中下部の淡水相と思われるところや、江ノ浦層によつて代表される neritic な泥相からは未発見である。高島階の化石群には約 27 属、32 種がふくまれる。そのうち、淡水～低鹹汽水種は *Bellamya*, *Corbicula*, *Anodonta*, *Cristaria* などであり、他は高鹹汽水～真鹹種と思われる。後者は底質・深度・内湾度などの環境諸要素によつてさらにいくつかの群にわけられる可能性があるが、それについては今のところむずかしい。しかしながら、現世属種との比較や産状からみて、大部分は内湾度のかなり高いものであり、*Anomia*, *Pycnodonta*, *Venericardia* などのをのぞいては、比較的静穏な littoral-sublittoral な砂泥底棲のものと考えられる。*Faunus*, *Vicarya*, *Bellatara?* などの存在は、熱帯～

第1図 古第三系の柱状図および地質略図 柱状図：高島炭田一原図；崎戸炭田一松島一板ノ浦地区は原図，他は長沢(11)を一部改訂

亜熱帯性のいわゆるテーチス区との密接な古生物地理上の関係を示唆している。

香焼層からは従来化石の産出がしられていなかったが、少くともその上部には、その上位のものとほとんど同様な構成の貝化石群がふくまれ、また、そのことから、上部については、淡水から浅海におよぶ諸環境下で形成された地層がふくまれていることが推定される。最近開発され³⁾、本島ら⁸⁾によつてもこころみられた、微量成分—Ga, B, Rb の3成分の相対量—による環境推定を、香焼層上部の紫赤色頁岩と灰色頁岩とに適用すると、第2図にしめすような結果* となり、化石および微量成

標本番号	産地	岩石名	Rb (ppm)	B (ppm)	Ga (ppm)
1800	高島	紫赤色砂質頁岩	180	75	30
1603	鉢	灰色頁岩	165	85	30
1702	業所坑内	紫赤色頁岩	310	180	40

分析者：金子博祐

第2図 香焼層上部の“紫赤色頁岩”にふくまれる B, Ga, Rb の相対量, 図は DEGENS ら³⁾—本島ら⁸⁾による. 上図において, I は fresh-water zone, II は zone of no decision, III は marine zone をしめす.

分の両方から、明らかに、上部には海成層がふくまれていることがわかる。しかし、中下部の環境条件についてはまだ問題が残されている。また、中・下部を上部とともに高島階にふくめてもよいかどうかについても問題があるが、今のところ、一応、高島階としてあつかうことにする。

沖ノ島階 崎戸炭田には欠けている。他の2炭田では、沖ノ島階全体を通じて、圧倒的に砂相が優勢である。また、後者では上下両部で堆積相の性格が大きくことなり、下半では概して海緑石が多量にふくまれ、また砂管が豊富であるのに対して、上半ではこれはあまりみとめられない。貝化石群は約30属、40種近くから構成され、2枚貝が優勢である。下半では、とくに、比較的細粒の砂相には化石が豊富であるが、粗粒部には少ない。また、上半では化石の産出はまれである。下半では、大きくみて、砂相と泥相とで、化石群の構成がことなる。泥相—侍石泥岩部層によつて代表される—から識別されたものは、*Turritella*, *Saccella*, *Pitar*, *Periploma*, *Venericardia* に属する5種（大多数は小型かつ保存不良のために種の決定が不能）にすぎない。しかし、これは当時の泥底の貝類相の1部を代表するものとみてよいであろう。いつぼう、砂相のもの（のこりの多数によつてしめられている）については、大型 *Venericardia***、*Volutoospina*, *Nucula*, *Pitar* などが量的にもつとも多く、そのうち、大型 *Venericardia* は種数も多く、また、*Pitar* は大成しているものが多い。砂相のものが全部本来砂底棲であつたか、あるいは全部同一棲息圏のものであつたかについては推定がむずかしい。しかし、二枚貝類については、すでに小林・鎌田⁵⁾も *Pitar*, *Solena* について指摘しているように、合併である場合が多く、その大部分は原地性であると考えられる。また、海緑石の存在からゆつくりした堆積、比較的静穏な多少還元的な環境が考えられる²⁾が、このことは上記の推定をうらづけており、その推定を、さらに少くとも、多産する巻貝 (*Colpospira*, *Volutoospina*) にはおよ

* 化学分析には地質調査所技術部金子博祐技官をわずらわした。同氏に厚くお礼を申上げる。

** これらは、いわゆる *Venericor* に属するものであるが、その真の所属については、問題が残されている。本論文ではこの群を「大型 *Venericardia*」と総称しておく。

ばしてよいように思われる。沖ノ島階の貝化石群全体を通じて淡水～低鹹汽水種は皆無であり、ほとんど全部が真鹹性種である。かつ、*neritic* の環境下のものと思われる。高島階の貝化石群とは、その構成の上で、まったくことなり、共通性がほとんどない。共通種としては、わずかに、“*Orthaulax*”, *Pycnodonta* がみられるだけであり、また共通属もそのほかに少数があるだけである。この相違は明らかに堆積環境の大きなちがいにもとづいている。

船津階 各地域で層相をちがえる。高島炭田では含貝化石海成の礫岩・泥質砂岩からなる。諫早炭田では層相変化が大きく、中下部に炭層をふくむ。貝化石はまれである。いつぼう、崎戸炭田では下半は海成の含化石砂岩にとみ、上半は非海成の夾炭互層からなる。貝化石群は約 27 属、36 種から構成されている。その大部分は浅海域のものであり、淡水～低鹹汽水性と思われるものはごくわずかで、*Corbicula* によつて代表されるにすぎない。前者は次の 3 群にわけられる。1 つは砂礫相のものであつて、Loc. 157, 45 の化石群によつて代表される。“*Orthaulax*”, *Glycymeris*, *Cucullaea*, *Chlamys* などをふくむ。Loc. 154, 160, 161 の化石群は泥質細粒砂相のものを代表しているように考えられ、二枚貝が多い。*Nucula*, *Crassatellites*, *Venericardia*, *Fragum*?, *Pitar* などがふくまれている。別の群は Loc. 41, 46 にしめされている。構成がきわめて貧弱で、特徴が明らかでないが、*Psammotaea*? などがみられる。おそらく、産状からみて泥底棲のもの 1 部が代表されているものと思われる。崎戸層の化石群は *Corbicula* そのほか 1, 2 を含むだけであり、上述のものとの共通性がない。そのため、船津階として扱つてよいか疑問があるが、一応同階の 1 部と考えておく。

船津階の化石群は浅海棲種を主とするという点で、沖ノ島階のものと同様である。したがつて、属の構成はかなり類似しているが、種はかなりことなるものをふくんでいる。*Volutospina* では *nishimurai* が船津階になく、*Nucula* では *mazeana* が新しくあらわれ、*Pitar* でも *matsuraensis*, *yokoyamai* が新しくあらわれて、以前からの種と共存している。また、大型 *Venericardia* では別種があらわれている。これらの新しくあらわれたものの大部分は間瀬階にもみられる。このことに注目して、以前、筆者²⁾ は船津階と間瀬階にあたるものをあわせて、*Venericardia yoshidai* 帯とよんだ。しかし、くわしくみると、*Venericardia hizenensis*, *Noetia*, *Cucullaea* などはこの階にかぎられ、また、この階には沖ノ島階との共通種もあるので両階をわけたものである。すなわち、船津階の化石群は沖ノ島階・間瀬階とのその共通種および船津階に特徴的なものの 3 者からなつている。

間瀬階 砂礫および泥質相からなり、とくに後者には多くの貝化石がふくまれる。貝化石群は約 28 属、35 種以上をふくみ、全部浅海棲種からなる。一応、砂礫相・細砂—砂質泥相の両者の化石群が識別できる。後者については、よりくわしい研究によつて、さらに細分が可能かもしれない。大明寺部層最下部および間瀬層上部の化石群は砂礫相のものを代表していると考えられ、おもに“*Orthaulax*”, *Chlamys*, *Crassostrea*, *Venericardia kondoi* などからなる。一方、大明寺部層・山口・洗切両層ならびに崎戸炭田の Loc. M 01, M 04, A, B, のものは細砂—砂質泥相のものを代表する。全域を通じてもつとも普遍的、かつ多いものは、*Turitella* *Venericardia yoshidai*, *V. subnipponica*, *Fragum*?, *Pitar* である。なお、模式層の間瀬階最上部には前述のように、西彼杵階の化石群との共通種がわずかにふくまれる。間瀬階には船津階からあらわれているもののほか、新しくあらわれるものが多い (*Tropicolpus*, *Venericardia subnipponica*, *Cyclina compressa* など)。

西彼杵階 高島炭田には欠けている。崎戸炭田では各種の粒度の碎屑岩類および凝灰岩類の互層で、海棲貝化石が豊富である。諫早炭田では泥岩によつて代表されている。貝化石群は 34 属、46 種以上から構成され、ほとんど全部浅海棲種からなる。個々については問題もあるが、概して、粒度と化石群の構成との関係が比較的明らかである。そして、各産地ではそれぞれ異地性に思える産状をし

めしてはいるが、現世貝類群の生態との対応関係と全体の比較からみて、それぞれの産地のものの大部分が同一棲息圏内のものと考えられる場合が多い。泥相では、*Buccinidae*, *Yoldia*, *Portlandia*, *Ctenamusium* が目立ち、細砂相では、*Lima*, *Acila*, *Euspira*, *Callista* が多い。徳万部層の中下部の細粒の凝灰質部には *Crassatellites*, *Venericardia*, *Septifer*, *Pitar* がとくに多い。この構成は塩田部層の一部の同様な堆積相にもあらわれている。

西彼杵階の化石群は間瀬階のそれと共通性が少ない。最下部には 2, 3 みとめられるが、主部では共通種は *Venericardia subnipponica*, *Ostrea lunaeformis*, *Portlandia*, *Dentalium* だけである。しかも、そのうち、*Venericardia* は形態が多少ことなっている⁹⁾。全般的に、属のなかでは種の交替あるいは新しい出現がみとめられ、また、新しい属または亜属が加わっている。それらのうち、とくに *Buccinidae*, *Acila* s. str., *Lucinoma*, *Turritella* などはむしろ北太平洋系のものであり、かつ、日本においては新第三紀にいちじるしく繁栄したものである点で興味深い。

総括およびあとがき

九州北西部の西彼杵半島周辺一高島・諫早・崎戸諸炭田地域一の古第三系は、それぞれの地域で、ことなる層序・岩相・時代的ひろがりをもつが、これらを総合すれば、古第三紀全体にわたって、ほとんど時間的間隙をふくまない、かつ貝類化石が諸層準に多量にふくまれている層序断面がえられる。この層序断面について、下位から、高島・沖ノ島・船津・間瀬・西彼杵の 5 階を古生物年代学的区分として識別することが可能である。本報告においては、第 2 報として、それら各階の規定をこころみ、また、各階の堆積相・化石群の特徴をのべた。西日本地域全域にわたって、この区分が適用できるかどうかという検討、全体としてみた場合の各階の化石群の特徴と地質年代の考察、あるいは化石群の変遷の要因、古地理の変化などの点については、第 3 報以下でのべる予定である。

引用文献

- 1) 浅野 清・村田茂雄 (1956) : 沖ノ島・伊王島の古第三紀有孔虫 (予報), 有孔虫, 5, 39-43.
- 2) CLOUD, P. E. Jr. (1955) : Physical limits of glauconite formation. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 39, 484-492.
- 3) DEGENS, E. T., WILLIAMS, E. G. & KEITH, M. L. (1958) : Environmental studies of Carboniferous sediments, II. Application of geochemical criteria. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 42 (5), 981-997.
- 4) 鎌田泰彦 (1957) : 長崎県矢上炭田東長崎町地区の古第三系層序一矢上炭田の研究, その 1 一, 長崎大学芸学部自然科学研究報告, (6), 35-45.
- 5) KOBAYASHI, T. & KAMADA, Y. (1959) : An Eocene nautiloid from Kyushu, Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 30, 105-114.
- 6) 水野篤行 (1956) : 貝化石による九州北西部古第三系の分帯 (予報), 地調月報, 7 (6), 261-270.
- 7) 水野篤行 (1962) : 西日本地域における古第三系および下部新第三系の古生物年代学的研究, 第 1 報. 西彼杵半島周辺の古第三系の層序と貝類化石群について, 地質雑, 68 (806), 640-648.
- 8) 本島公司・安藤 厚・川野昌樹 (1960) : 水成岩の研究について—化学組成と堆積環境—, 石油技協誌, 25 (7), 9-14.
- 9) MURATA, S. (1961) : Paleogene microbiostratigraphy of north Kyushu, Japan. *Bull. Kyushu Inst. Techn. (M. & N. S.)*, 8, 1-90.
- 10) 村田茂雄・森永陽一郎 (1957) : 諫早古第三系, 九鋳誌, 25 (2), 41-52.
- 11) 長浜春夫・松井和典 (1958) : 5 万分の 1 地質図巾「蟻の浦」, 同説明書, 地質調査所.
- 12) 小原浄之介 (1961) : 崎戸炭田の重鋳物, 九大理研究報告, 5 (3), 129-148.
- 13) 斎藤林次 (1953) : 九州と北海道の古第三紀層の対比に就いて, 北海道地質要報, (23), 1-14.
- 14) 斎藤林次 (1958) : 本邦古第三紀層の諸問題, 鈴木醇教授還暦記念論文集, 482-489.