アンデス南部の地質・古生物学的研究

前 田 四 郎* 千 坂 武 志**
浜 田 隆 士*** 木 村 達 明****
田 附 治 夫*****

Geological and Palaeontological Researches to the Andes

By

Shiro MAEDA, Takeshi CHISAKA, Takashi HAMADA,
Tatsuaki KIMURA and Haruo TAZUKE

Under close international cooperation the research was carried out from early September in 1970 to early January in 1971 to the Andes situating between Chile and Argentina.

The purposes of our research are as follows :

A) To collect fossil molluscas and plants in the field work in various localities from the stratigraphical point of view. B) To make clear what is common and what is different between the fossils in Japan and those in the Andes through the comparative study with both of them. C) To make clear the geographical distribution of fossils in Pacific region including Japan and the Andes. D) To make clear the relation between the crustal movement and the change of fossils in the geological age.

The Andes is so wide that we divided the area for our research into five districts : Copiapo-Antofagasta, Santiago, Concepción and its southern part (Madre de Dios), Mendoza, Patagonia and Sierra Australes, where we had the bases for the field work. The headquarters for whole research was located at Santiago, the capital of Chile. The materials collected by us in these districts were gathered at the headquarters in Santiago, and they were sent to Japan from Valparaíso harbour in Chile.

Although the materials are being examined now, the results of the study already known are as follows :

1) In the Cerritos Bayos near Calama, Northern Chile, the Jurassic system which was reported by BIESE in 1956, 1957 and 1961, ranging from Sinemurian to Tithonian, was clarified stratigraphically, but we could not confirm in detail BIESE's fossil zones.

2) Limon Verde area located about 20 km south from Calama forming high plateau, are occupied by the Palaeozoic or pre-cambrian and Mesozoic groups and igneous rocks. The Jurassic system mainly consisting of the alternation of medium to coarse-grained

* 千葉大学留学生部

** 千葉大学教育学部

*** 東京大学教養学部

**** 目白学園女子短期大学

***** 千葉教育センター

sandstone, black shale and grey limestone, yields such molluscan fossils as *Frenguelliella* sp., *Weyla alata* (van BUCH), *Mactromya* n. sp., *Chlamys* cf. *textoria* (Schlotheim). Judging from the molluscan fossils, the alternation is probably lower Jurassic in age.

3) Domeyko range is situated at the west of the Andes. The west slope of the range crops out the alternation of sandstone and shale. It was extremely folded by the crustal movement. The alternation contains such fossils as *Cardinia* sp., *Protocardia* n. sp., *Astarte* sp. and *Thracia* sp.. From these fossils it is thought that the alternation is lower Jurassic.

The eastern slope of Domeyko range near Sal de Punta Negra consisting of the alternation of sandstone, shale and limestone, occurs the molluscs such as *Eopecten* sp., *Pinna* sp., *Minetrigoniinae* gen. and sp. nov. etc.

4) In Concepcion area there were found many kinds of deposits such as Palaeozoic or pre-cambrian, Mesozoic and Cenozoic groups. There is also a broad distribution of the Palaeozoic granitic rocks forming coastal range.

The Triassic formation along the Bio Bio river consisting of clayslate, greywacke, arkose sandstone and conglomerate is marine and non-marine deposits. From the northern area of the river many plants were collected. And some specimens of *Halobia* were found at the point of about 2km south of Unihue.

The upper Cretaceous Quiriquina formation which is distributed in the Quiriquina island, is well exposed in the western and eastern sides of the island. Many molluscan fossils including *Pacitrignia* were collected in the western side of the island. On the contrary, in the eastern side, many Cretaceous plants including Dicotyledoneae were newly founded in the upper part of the Quiriquina formation close with "Eocene" marine deposit.

5) The basal conglomerate of the Quiriquina formation typically develops at the south-western side of the island. It lies unconformably on the Palaeozoic or pre-cambrian group. Because the pebbles are distinctly different in the kind of rocks and roundness from those of the basal conglomerate in the "Eocene" formation in this island, it suggests the fact that a great change has occurred in the provenance of the sediments in the interval between the upper Cretaceous and "Eocene".

6) Several fusulinids were obtained from Madre de Dios, southern part of Chile. There were found a great many numbers of each species, but the kinds of species were quite few. Among them, *Triticites* sp. B is alike *Triticites ellipsoidalis* type which indicates lower Permian (TAKAOKA, 1959). Judging from some facts that *Triticites* of upper Carboniferous, species of *Neoschwagerina* and *Yabeina* zone were not found from the collections, the localities of fusulinids of the islands may be lower Permian.

7) *Favosites* and fish remains were discovered from the several localities in the Devonian deposit along the San Juan river in Argentina. Especially the discovery of the latter is first one in this country.

8) Most interesting *Cryptonellas* were collected near the pass, east of Tornquist. Permian *Glossopteris* and other plants were obtained from quarry of Las Mosazas in Sierra Australes.

I. 緒 言

本研究の現地調査は昭和45年9月初旬から昭和46年1月初旬にわたって行なわれた。アンデス地域と日本列島との地質・古生物学上の比較検討は、環太平洋の諸地域の地質・古生物学上の特色を明確にし、ひいては太平洋の生成発展の究明のために、きわめて重要であると考えられるにもかかわらず、わが国においてはこれまであまり研究がすすめられてはいなかった。われわれはこの重要性に着目し、今回現地調査を行ったものである。研究すべきことがらはい多いのであるが、その目的は、南米アンデスの古動物・古植物を層位学的立場を考慮して収集し、わが国の古生物群とそれらとを太平洋の一環として比較検討をすすめ、わが国と南米アンデス地域の古生物の共通性と特異性とを明らかにするとともに、環太平洋の古生物の地史的分布とそのうづりかわり、および進化の要因、特にアンデス地域における地殻変動と生物の変遷との関係を究明することにある。

現地調査ははじめての調査であるにもかかわらず、予期以上、きわめて順調であつた。したがって研究目的の第一歩である資料収集も予期以上の多量を得ることができたのは幸いであつた。また、われわれは現地調査をとおし、チリ・アルゼンチン両国との文化の交流、親善関係を深めることにも努力し、その成果もあげることができた。

収集した資料は目下室内研究中であるが、本文では野外調査で知り得た諸事実や室内研究によつて判明した内容についての概要を記す。

II. 現地の協力関係

わが国の研究者による従来の南米アンデス地域の古生物学的研究は、二三を除けば、きわめてとぼしい状態で、古くからしんぼう強く調査研究を行なってきた欧米人のそれらに比べ、量的にはまことにみおとりのするものであつた。アンデス地域における古生物学上の研究歴史の浅いわが国から出発して、現地を調査を実施するにあたっては、実際に、現地の研究機関の協力なしには不可能といつて過言ではない。言語、習慣上の差違、調査のための移動など、種々の支障が充分に予想されたので、出発前から現地の日本大使館を中心に、相手国の公的機関とつねに緊密な連絡をとつた。その結果、現地では関係機関から絶大な協力が得られ、野外調査はきわめて円滑に実施できた。主な協力機関は次のとおりである。

1. チリ

在チリ国日本大使館 (Embajada del Japón, Santiago), チリ国地質調査所 (Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago), 同コピアボ分室 (Oficina Regional de Antofagasta), 同コンセプション分室 (Oficina Regional de Concepción), チリ大学 (Universidad de Chile, Santiago), 日本貿易振興会 (Jetro, Santiago)。

2. アルゼンチン

在アルゼンチン日本大使館 (Embajada del Japón, Buenos Aires), アルゼンチン国経済局地質調査所 (Ministerio de Economía y Trabajo, Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires), ブエノスアイレス大学 (Universidad de Buenos Aires), ラプラタ博物館 (Museo de La Plata)。

上記の公的機関のうち、とくにチリ国地質調査所の協力支援が本研究を成功させた最大要因であつたと考えられる。すなわち鉱床学の Carlos RUIZ F. 所長を中心に、古生物学の José CORVALÁN D. 副所長 (地方地質部長), 渉外の Carlos FONTAINE G. 部長らが実情にあつた緻密な野外調査のプランを作成し、そのプランどおりに強力に推進された。すなわち、われわれの野外調査の移動に伴つて地質調査所の各地方区の分室が、その責任区域について徹底した協力を示された。われわれの構成員がどこの地区に移動してもチリ国側協力者に趣旨が徹底理解されており、そのために無駄のない調査研究が実施された。ラテン系民族の習慣として一般によくいわれるような時間上の不規則性は、われわれと接触した調査機関の

メンバーにかぎつては全くみられなかつた。日本からののはじめての古生物学調査隊ということで、受け入れ側も極度に緊張の連続であつたとおもわれる。収集資料の出国の手続き、野外調査上の車の手配、北部チリでの野営地の設定、ことにチリ南端フィヨルド地帯の古生層の研究地への Santiago からの諸物資の空輸、また海軍基地である Quiriquina 島の上部白亜系および第三系の基底礫岩の比較研究には、研究のための入島許可のみならず古生物学資料の収集とその運搬にチリ国海軍の強い支援を得るに至った交渉と手続きなど、チリ国地質調査所の協力は非常によくなされた。

III. 調査経過の概要

調査対象地域はチリとアルゼンチンの両国にまたがるアンデスであるので、日本からの通信連絡および調査用器具機材などの発送先はもつとも便利なチリの首都 Santiago とし、ここを調査上の根拠地とした。本部には日本人会館 (Sociedad Japonesa: Andres Bello, 1429, Santiago) があてられた。日本人会館からチリ国地質調査所へはバスで容易にかよふことができ、いつぼう、チリ国地質調査所は日本大使館とごく接近していたので好都合であつた。日本人会館は Santiago の中心街から南にあつて閑静な環境にあり、在住邦人との連絡もよくとれるので調査上のプランニングには最適の場所である。したがつて、これまでもアンデスをおとずれる各方面の学術調査隊はこの日本人会館を本部とされていることが多い。

アンデス山脈は南北に長くのびているので、調査の実施にあつては、研究地を五つの主要地域に区分し、そのおのおのに野外調査のためのベースが設けられた。採集物はそれぞれのベースに保管され、最終的には本部の Santiago に集結され、Varparaíso 港から日本へ発送された。

チリ側での主要調査地域は北から 1) Copiapo-Antofagasta 地域、2) Santiago 地域、3) Concepcion とその南方 Madre de Dios 地域であり、アルゼンチン側での主要調査地域は 1) Mendoza 地域、2) Patagonia 地域およびアンデスとの比較検討のための 3) Sierra Australes 地域とである。はじめにチリ側を北から南に調査移動し、ジープでチリ側からアンデスの峠を越えて、アルゼンチン側の Mendoza に入り、北から南に移動調査した。チリ南部のフィヨルド地域にある Madre de Dios 地域を除けば、他の調査地域はすべて気候条件にめぐまれた。北部チリの Antofagasta 地域では夏期に入る前であつたので、砂漠の熱風がさけられたし、Patagonia では雨と烈風に逢うこともなく調査を終了した。気候条件をよく調べてベストシーズンに調査が実施できるようにすることがいかに海外遠征では必要であるかを知つた。

IV. 現地での学術討論

上記五主要地域のベースにおいて各地区ごとに現地の野外調査で知り得た内容などを中心に、既存の現地側の知見と比較し、討論を行なつた。主な討論題目 (A) と現地研究者 (B) は次のようである。

1. Copiapo-Antofagasta 地域
 - (A) 層序・地質構造および Corals や Trigoniidae などの特徴:
 - (B) Eduardo ABAD E., Hugo CONN D., Aldo MORAGA, Guillermo CHONG D..
2. Santiago 地域
 - (A) 地質構造、地史、チリ産 Trilobites, 中生代爬虫類:
 - (B) Carlos RUIZ F., José CORVALÁN D., Ernesto EGERT, Federico PEEBLES, Renato REYS B., Giovanni CECIONI.
3. Concepcion と Madre de Dios 地域
 - (A) 古生界、三疊系、上部白亜系、第三系, Fusulinids, Mesozoic plants, Trigoniidae など:
 - (B) Cesar VERGARA E., Rodrigo BUSTOS S., Adela AGUILAR, Lajos BIRO B.
4. Mendoza 地域

- (A) 地質構造, 古生界, Trilobites, Palaeozoic Brachiopoda, Mesozoic plants など:
- (B) Bruno A. J. BALDIS, Ricardo H. CASTAÑEDA V.
- 5. Patagonia 地域
 - (A) 地質構造, Mesozoic molluscas など:
 - (B) Armando F. LEANZA, Otto OMAR M., H. H. CHAMACHO, Héctor LEANZA, Regina LEVY de C.
- 6. Sierra Australes 地域
 - (A) 古生界, Palaeozoic plants:
 - (B) 早瀬喜太郎, Sergio ARCHANGELSKY, Arturo J. AMOS, Arturo CORTE, Cesar PROZZI.

なお, Santiago においてチリ国地質調査所員と討論会が開催された。われわれから, それぞれ, Madre de Dios 産 Fusuliniidae, Palaeozoic molluscas, 北部チリ産 Minetrigoniinae, Concepcion 地区からの Mesozoic plants, 上部白亜系・第三系間の古地理の変遷についてなどの問題を提起した。これらの問題提起や討論はわれわれが現地の地質・古生物に関する知識を整理する上で有意義であった。

V. 自然概観と研究成果

1. Copiapo-Antofagasta 地域

1) Cerritos Bayos および Limon Verde

ここは Antofagasta の北東で, アンデスの脊稜山脈と Antofagasta とのほぼ中間に位置する。Cerritos Bayos 地区については BIESE (1956, 1957, 1961) の層位学的研究がある。すなわち, Sinemurian から Tithonian におよぶ約 3,500 m の海成層が欠除することなく連続しておるとし, さらに未記載の菊石, 腕足類, 斧足類, その他が多くの層準から産出するようになっていた。したがって, もし BIESE が認めるように地層が連続的に発達し豊富な化石帯が認められるならば, ジュラ紀の世界の化石帯の基準をこの地で明確にすることも可能であると考えられ, 今回の調査における最重要地域の一つとして精査計画をたてた。われわれの意図にもとづき, あらかじめチリ国地質調査所ではこの地域の予備調査を行なった。その結果は BIESE の報告に反し, 化石の産出も少なく, 化石帯も明確ではないということであった。そこでわれわれはチリ国地質調査所員と共にその点の確認調査を行なったが, その結果は予備調査のとおり BIESE のいう化石帯は不明であった。Atacama 砂漠の北部に位置する本地域は, 標高およそ 2,000 m の高原である。この高原はアンデス山脈から由来した風化物が太平洋側に向かって運搬されて生じたもので, ゆるい平坦な地形をなす。そして, この高原上にはわずかに高い残丘があり, その残丘は安山岩などの火成岩体, およびジュラ系から構成されている。ジュラ系は砂岩, 頁岩, 石灰岩を主とし, 砂岩には偽層が発達する。Limon Verde は Cerritos Bayos の南東に位置する高原上にそびえる山地 (山頂: 3,620 m) で, Domeyko range の北端の分岐した一部に相当する。本地区は砂岩, 頁岩, 石灰岩を主とするジュラ系で, 石灰岩中に化石が掃き寄せ状に産出する。化石は珪化している場合が多く, *Frenguelliella* sp., *Weyla alata* (von BUCH), *Mactromya* n. sp., *chlamys* cf. *textoria* (SCHLOTHEIM) などが知られる。*Frenguelliella* sp. は新種であり, その他の Trigoniids には興味深いものが含まれる。*Weyla* は従来, *Vola alata* と呼ばれて lower~middle Lias の示準化石として重視されている pectinid であるため, この産地の化石はこの時代のものであることはまちがいない。*chlamys* cf. *textoria* も lower~middle Lias に汎世界的 (ヨーロッパ, シベリア, 日本, 南米) に出る *chlamys textoria* によく似る。これら化石種から Limon Verde の産地は, チリ側でも考えているように lower Jurassic であることは疑いない。

2) Domeyko range

Domeyko range の地質調査はあまりすすんでいないし, 特に古生物学的研究は非常におくれている。Domeyko range は Antofagasta の東方にあつて, アンデスの主峰山脈の西に南北に走るいわば前山の山

第1図 チリ北部 Calama 地方の地質図 (チリ国地質調査所, 1968 による)

- 1 古生界または先カンブリア界
- 2 古生界
- 3 三疊系
- 4 下部 Lias—Malm (海成層)
- 5 上部 Lias—Malm (主として陸成層)
- 6 下部白亜系, 一部 Tithonian
- 7 上部白亜系—下部第三系
- 8 下部第三系
- 9 中新統—鮮新統
- 10 中新統—鮮新統 (陸上湖成層)
- 11 鮮新統
- 12 洪積統, 一部第三系
- 13 洪積統 (鹹湖)
- 14 洪積統 (チリ硝石)
- 15 古生代花崗岩類
- 16 ジュラ紀花崗岩類
- 17 ジュラ紀または白亜紀花崗岩類
- 18 白亜紀花崗岩類
- 19 下部第三紀花崗岩類

脈で、高さは約3,500~4,500 m におよぶ。われわれは Domeyko range に分布する中生界の数地点を調査したが、はげしい作業を除けば、高地で懸念される身体上の障害は生じなかった。

Domeyko range の西斜面の調査地では砂岩、頁岩の互層からなり、地層はかなり褶曲し、変形は著しい。しかし、頁岩中の nodule からかなり保存のよい化石が発見され、一部に石灰質の殻の残っているものが認められる。採集した化石から次のような種属が判明した。*Cardinia* sp., *Protocardia* n. sp., *Astarte* sp., *Thracia* sp. など。これら種属のうち、*Astarte* の幼年期のものが細粒砂岩ないし砂質頁岩中に層状の産状をもって多産し、*Astarte* bed をつくる。これら産地の地質時代は化石種から lower Jurassic であることは疑いない。

いつぼう、Domeyko range の東斜面の調査地の岩相は西斜面のものとはかなり相違し、砂岩、頁岩および石灰岩からなる。化石は珪化がすすみ、石灰岩中に多く含まれる。*Eopecten* sp., *Pinna* sp., *Modiolus* sp., *Minetrigoniinae* gen. and sp. nov. その他の二枚貝類、腕足類、corals などが知られる。この地の *Minetrigoniinae* のものは、表面に同心円状の肋と放射状肋とがまじわり、日本産 *Minetrigonia* によく似るが、carina が *Minetrigoniinae* 中では非常に広く、新属である。

3) Copiapo

Copiapo 地区は銅、鉄などの鉱山が多いため地質図がもつともよく作成されているが、古生物学的研究はあまりすすんでいない。この地区にはジュラ紀と白亜紀の海成層があるが、ジュラ系に化石が多い。ジュラ系は粗粒砂岩、厚い暗灰色石灰岩および部分的に礫岩からなる。粗粒砂岩中には二枚貝類が多く、石灰岩中に珪化した *Trigonia* sp. および *Trigoniidae* の新属、新種が含まれることを新たに知った。

2. Concepción 地域

チリの首都 Santiago から太平洋岸にそって約 600 km 南下した地点に Concepción があり、ここはこの地域の中心都市で、われわれはこの地域の中生界、新生界について野外調査を行なった。すなわち、Bio Bio 川の下流流域に古くから知られている三畳系、および Bio Bio 川河口の Talcahuano とその北に位置する海軍基地 Quiriquina 島に分布する上部白亜系および第三系を調査して、多量の動植物化石およびその他の堆積物を採集した。特に Quiriquina 島の上部白亜系上部層準から新たに豊富な化石植物群を発見した。また一方、上部白亜系および始新世のそれぞれの基底礫岩層を堆積学的立場から調査し、古地理の考察を行なった。

第2図 Quiriquina 島の地質構造

1) Bio Bio 川下流流域の三畳系

JEREZ (1960) によれば、この地域の三畳系はかなり複雑な構造を示し、粘板岩・硬砂岩・アルコース

砂岩、礫岩からなり、Bio Bio 川の東側ではつぎのような層序になる。

- Talcamávida—Gomero 層 (上部湖沼成層)……層厚 3,000—3,500 m に達していたものと推定され、*Unio*, *Estheria* および植物化石を産する。
- Unihue 層 (中部海成層)……*Halobia neumayri* にとみ、まれに植物化石を産し、層厚 2,500—3,000 m と推定される。
- Quilacoya 層 (下部陸成層)……炭層をはさみ、全体が陸成の堆積物からなり、*Unio* のほか植物化石を産する。層厚 1,500 m。

以上の東側地域の三畳系の上下両限の層序関係は不明であるが、北側では、結晶片岩類と断層関係で接するようであることを確認した。

Bio Bio 川の西側では、層序は上記東側と著しく異なる。JEREZ によれば、層さ 3,000 m と推定される礫岩層およびその間にはさまれる細粒海成砂岩の薄層とからなり、後者中に *Phaenodesmia* cfr. *peruana* JAWORSKI を含み、東側の三畳系については、上部層は Rhaetic にまで達し、中部層は Carnic、下部層は Carnic 下部を代表するものとみなしている。そして下部層の下位から、*Linguifolium lillieanum* ARBER, L.? *steinmanni* SOLMS-LAUBACH? その他を、また上位からは、*Pterophyllum* sp., *Baiera* sp. cfr. *paucipartita* NATHORST などを報告し、中部層からは、*Phaenodesmia* sp., *Halobia neumayri* BITTNER などを、さらに上部層からは、*Thinnfeldia* (*Dicroidium*) *lancifolia* (MORRIS) GOTHAN などをそれぞれ報告した。

しかしながら、この地域の植物化石についての古植物学的研究は未だなされていない。したがって、われわれはおもに Bio Bio 川の西側地域において植物化石の採集に努め、断片で保存状態はよくなかったが相当量の標本を入手、さらに東側地域において採集を行ない、とくに Unihue 部落の南方約 2 km の地点において中部層相当層のやや風化した粘板岩中に、*Halobia* その他の動物化石をとまう多量の植物化石を発見し採集した。この植物化石は印象ではあるが、古植物学的に興味あるものが多い。また *Halobia* は小林貞一博士により検討がなされつつある。なお、アルゼンチンの San Juan 地区の調査の途次 Barreal において、三畳紀の植物化石の採集を行ない、それらも目下検討中である。

2) Quiriquina 島およびその周辺の上部白亜系および始新統

Talcahuano, Tumbés 半島および Quiriquina 島には、結晶片岩・千枚岩などの変成岩からなる古生界を不整合におおひ、アンモナイトをはじめとする頭足類、斧足類、腹足類、corals、魚類などの化石を豊富に含む上部白亜系 Quiriquina 層 (Senonian) が分布し、さらにこの上部白亜系を不整合の関係で始新統がひふくしている。Talcahuano および Quiriquina 島において Quiriquina 層の動物化石、とくに *Trigonia* の採集を行なうと共に、同層の層序について検討中、同島の北端斜面において同層上位と考えられる細粒砂岩中より双子葉植物化石を発見した。さらに従来は始新統のみ分布するとされていた同島の東海岸の海食台において、顕著な始新統の基底礫岩におおわれる Quiriquina 層の分布を新たに確認し、そこから豊富な上部白亜系の化石植物群を発見した。WERNER (1964) は Quiriquina 層に植物化石を産すると述べているが、これは下位の動物化石とともなつて産する断片を指したもので、ここであつた上位の新化石植物群のものではないことが明らかとなつた。Quiriquina 島での Quiriquina 層の層序は第 1 表のとおりである。

Quiriquina 植物群の構成は双子葉植物を中心にかなり豊富であり、さらに花粉・胞子化石を含んでいる。南アメリカでの花粉学的研究は緒についたばかりであり、白亜紀花粉・胞子については ARCHANGELSKY & GAMERRO (1965, 1966), HERBST (1970), MENÉNDEZ (1965), BRENNER (1968) などの研究があり、今後その進展が期待される。木村の予察的観察によると北半球のとくに太平洋沿岸地域に共通に産出する特異な花粉型 *Aquilapollenites* 状のものは未だ本地域からは見出されておらず、あるいはこのことから ZAKLINSKAJA のいう花粉植物地理区の設定の考えに資料を提供できるかもしれない。この植物群の全

第 1 表

始 新 統	
~~~~~不 整 合~~~~~	
Quiriquina 層 層厚 90m ±	アルコース砂岩
	淡緑色細粒砂岩……新発見の化石植物群
	Glaucinite 砂岩
	砂岩, 泥岩の薄層をはさむ
	Glaucinite 砂岩および石灰岩……豊富な化石動物群
	基底 礫岩
~~~~~不 整 合~~~~~	
千 枚 岩・結 晶 片 岩	

容が明らかにされたときは, おそらく南半球の Senonian-Maestrichtian 植物群の代表的なものとなる可能性が大きく, 将来の調査の継続がのぞまれる。

Quiriquina 層を顕著な不整合でおおう始新統とされている地層は, Concepción の南 Coronel で稼行中の海底炭層をはさむ始新統とされているものとはほぼ同層準のものであると考えられ, 同統の基底部に豊富に産する珪化木の多数を採集した。

3) 上部白亜紀～第三紀の古環境

この地域に関する堆積学的立場からの古地理の考察は, これまでのところ全く知られていない。Quiriquina 島に分布する上部白亜系および第三系の基底礫岩層を調査し, 両者の特徴から古環境の考察を試みた。上部白亜系の礫岩層の礫種は結晶片岩, 準片岩, 粘板岩, 珪岩などからなり, いっぽう, 第三系の礫種は各種の斑状火山岩類, 酸性深成岩類, 凝灰岩, 礫岩, 片麻岩および結晶片岩などからなる。このうち, 塩基性ないし中性火山岩類が圧倒的に多く, それらは 60 %前後を占める。粒度組成は両者とも粒径 32~64 mm の pebble を 50 %以上含む。しかし, 上部白亜系の礫は相対的に粒径が大である。扁平度については上部白亜系の礫は第三系の礫に比し, 全般に扁平度が大きい。円形度については, 上部白亜系の礫は角礫から円礫まで各段階のものを含むが, 垂角礫が卓越し, 水の営力を長く受けた形跡が少ない。これに対して第三系の礫は相対的に円形度が大であり, 特に粒径 32~64 mm のものはきわめてよく円磨されている。

以上のような諸事実から, 両者の礫岩相の差異は, 上部白亜系の堆積以降, 第三系の堆積する期間中に, 堆積盆地や後背山地に大きな変動のあったことを示すものと考えるに至った。

3. Madre de Dios 地域

南緯 49° から以南の Ultima Esperanza, Magallanes および Tierra del Fuego の諸州は南米大陸が南極大陸に向つて L 字状に屈曲する部分にあたり, 海岸山脈とアンデス山地はもつとも低くなるところである。当地方は全般的に氷河の浸食を受け, 内陸部には U 字形の氷食谷がいたるところに発達し, 海岸には Fiord が発達する。

当地方の気温は Punta Arenas で年平均気温が 6.5°C, 降水量は偏西風のため非常に多く, 西方の島では年間降水量が 3,000 mm をこえる。調査した Madre de Dios 諸島は, この地方でもとくに氣候条件の悪い地域で, たえず強風が吹き, 晴天は 10 日間に半日 (しかも午前中) ぐらいのようである。

第 3 図 Madre de Dios の位置図 (南緯, 西経)

Puerto Natales から Madre de Dios まで船で片道3日3晩を要した。

Madre de Dios 諸島の Guarello 島から *Schwagerina*, *Triticites* が産出することは既に Carlos RUIZ F.・外 (1965) によって報告されている。本島はおもに石灰岩層からなり、部分的にチャート、頁岩をささむ。地層の変形が著しく構造は複雑で、詳細は将来の精査にまたねばならないが、調査した限りでは本島の走向・傾斜はおおよそ N 40°E, 50°E で、本島の東側ほど上位の層準と推定される。本島附近の詳細な

地質図はまだできていない。われわれは下記の 14 地点から資料を採集した。以下各地点 (No. 1~14) の特徴を記す。(第4図参照)

第4図 Isla Guarello の化石採集地点図

No. 1 から No. 10 までは *Schwagerininae* の化石であるが、推定される地質構造からみて、島の東岸、すなわち見かけの上部層準では *Neoschwagerininae* などの化石が採集可能ではないと考え、調査地を拡げた。No. 11; 珪質の石灰岩では化石は発見されなかった。No. 12; 灰白色の石灰岩で、紡錘虫は含まれていない。No. 13; 岩質は No. 12 のものと似ているが紡錘虫は発見されなかった。

Guarello 島の東岸で *Neoschwagerininae* を発見することができなかつたので、さらに東方にあたる島 (No. 14) を追跡調査したが、砂岩、頁岩の互層で含化石相は見出されなかった。

現在までの室内研究により判明したことは次のとおりである。わが国の *Neoschwagerina zone* や *Yabeina zone* では属や種の種類が多いが、いつぼう本調査地では同一種の個体数はきわめて多いが種類は少ない。

本邦の *Triticites* についての高岡善成 (1959) の興味深い研究によれば *T. matsumotoi* 型, *T. exsculptus* 型および *T. ellipsoidalis* 型に分けられているが、Guarello 島産の *Triticites* sp. B は、外形は elongate し、septa の褶曲が強く、中央の部分にまでおよんでいる。以上の点よりみて *Triticites* sp. B は *Triticites ellipsoidalis* 型に属しているものとおもわれる。なお島山隆三 (1959) の詳細な研究

によれば, *Triticites ellipsoidal* は秋吉では *Pseudofusulina vulgaris* subzone P1 β (下部二畳系) から報告されている。石炭系上部を指示する *Triticites matsumotoi* 型や石炭系中部および二畳系の *Parafusulina* zone, *Neoschwagerina* zone, *Yabeina* zone の化石はいまだ本調査地より発見されていない。

4. Mendoza 地域

アンデスの分水嶺から東のアルゼンチン側では、南部においてはそれほど著しくはないが北半には幾条かの Sub-Cordillera あるいは Pre-Cordillera が発達し、さらに北方のボリビアやペルー内ではこれらが互いに癒合して平均高度が4,000 m をこす高原となる。

このような諸山脈の分岐あるいは雁行は、地質学的に非常に重要な意味をもつ。一般に Mendoza 州から北の部分では、こういった山脈は大きな衝上断層を伴うことが多く、その部分に、より古期の諸岩層が露出する(第5図参照)。チリ側で確認されている唯一のオルドビス紀化石産地である Salar de Atacama 周辺も、類似の地質構造をもつ。アルゼンチン側では、Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta, Jujuy の各州に、カンブリア—オルドビス紀の下部古生層をはじめ、シルル—デボン系などが各所に露出する。今回の調査では、Dr. BALDIS が目下調査をすすめて、構造が詳細である San Juan 地区をえらんだ。調査ルートは Mendoza から Uspallata, Calingasta, San Juan, Talacasto, Jáchal などを経由して La Rioja との州境に近い Blanco 川流域に至り、およそ1,000 km を経て、ふたたび Mendoza へもどつた(第5図)。ここでの調査の主要目標は代表的地域での層序の確認と、古生物学的資料の収集とである。

1) La cuesta de Villavicencia

Mendoza から Uspallata へ越える峠は、厚いフリッシュ型の中部デボン系からなり、ところどころに生痕がみられるのみで、いわゆる有殻化石の類は発見されていない。その上位の *Yabeella* などの植物や魚化石, *Estheria* などを含む陸成三畳系を確認した。

2) Calingasta

Calingasta 南方の Barreal に近い Quebrada Cortaderita に露出する三畳系は雑色の砂岩・頁岩からなり、多量の植物化石を産出する。おもな化石としては、*Zuberia*, *Dicroidium*, *Saportaea* (*Barrealia* として記載された) ものなどがある。

Calingasta の北の La Capilla には、断層に沿って中部石炭系の小レンズ状体が分布しており、その一部にコキナ状の腕足類化石帯が含まれる。*Kitakamithyris septata* (CHRONIC), “*Neospirifer*” *leoncitensis* (HARRINGTON) などのほか、*Fenestella* や *Polypora* などの蘚虫類も多産する。

3) Calingasta—San Juan

第5図 Mendoza 地域のルートマップ

第6図 Calingasta—San Juan の地質断面 (BALDIS & CHEBLI, 1969 による)

第6図の断面図に示されるように、ほぼ東西にきざみこまれた San Juan 川の深い谷沿いは、Pre-Cordillera の地質構造がよく発達し、巻貝などを含むオルドビス紀の石灰岩が露出する。シルル紀は化石に乏しく、かつ層厚も小さいが、それに続く下部デボン系は主として砂岩・頁岩の互層からなり、三葉虫、腕足類、頭足類、海百合、床板サンゴ、“*Chondrites*” などを含む。Tambolar におけるこの層準から産出する腕足類には、*Australospirifer* や *Australocoelia* などマルビノカフリック動物区の特徴属が含まれ、また床板サンゴとしては、非常に長い樹枝状の群体をもつ “*Favosites*” を産する。この “*Favosites*” はかつて *F. argentina* THOMAS として記載され、シルル紀のものと考えられたが、1959 年に浜田はこれがデボン紀的要素をもつものであることを指摘し、その地質時代については再検討の必要を予想していた。今回の調査によつてこの “*Favosites*” がデボン紀前期のものであることを確認することができ、さらに同行の Dr. BALDIS もまた層序学的な立場から同様の結論を得ていることが明らかとなった。なおこれらの化石とともに、魚類の骨片が得られたが、これはアルゼンチンにおけるデボン紀魚類の最初の発見である。

4) Talacasto 地区

Talacasto から西に入る谷の入口には、オルドビス紀 (ランビルン世) の石灰岩が露出し、orthids を主とする腕足類——三葉虫化石群を含んでいる。その西方には砂岩・頁岩からなるシルル系～中部デボン系が広く分布し、化石は比較的にまれではあるが、場所によつては *Atrypina* のコキナ層 (上部シルル系や、大型三葉虫の “*Homalonotus*” を含む塊状砂岩 (下部デボン系) などが見出され、後者は腕足類 “*Schelwiebella*” を伴う。当産地においても、転石ではあつたがシルル～デボン紀のものとおもわれる魚類の骨片が得られたことは特筆に値しよう。

5) S. Jose de Jáchal 地区

町の南西にあるセメント工場裏には、シルル紀中期の化石を含む、小さいが著名な露頭がある。*Atrypina*—*Phacops* 帯に属し、砂岩・泥岩の互層からなる低い丘の表面には、多数の化石が散乱している。“*Phacops*” sp., *Atrypina acutiplicata* KAYSER の他に、“*Chonetes*”, *Australina*, “*Tentaculites*” などが認められる。*Australina* は *A. jachalensis* CLARKE で、ここを模式地とするものである。

6) Maliman de Arriba 地区

アンデス深くに源を発して南下する Blanco 川の左岸にかかっている Chavela 谷の上流には、中～下部デボン系がよく発達し、豊富な三葉虫群を蔵している。三葉虫は Dr. BALDIS によつて研究されつつあるが、*Metacryphaeus argentina* BALDIS がもつとも多数を占め、頁岩中の卵形の nodule 中に発見された。その他まれに *Acanthopyge ballivianii* (KOZLOWSKI) や *Cryphaeoides rostratus* (KOZLOWSKI) が見出される。また植物化石 *Haplostigma furquei* FRENG をも産出する。なお、この地域においても、またまたデボン紀魚類の骨片がいくつか得られたことは、きわめて興味深い。

7) San Juan 地区

San Juan の西部にあたる Zonda 地区のカンブリア紀石灰岩は、ほぼ垂直に近い角度をなすまでに変位しているが、いくつかの化石帯が認められ、三葉虫を多産する。

上述の要約に明かなように、今回の調査の中心はシルル・デボン紀におかれていたのであるが、とくに

“*Favosites*” *argentina* の産出層準が明らかになったことと、破片ではあるがデボン紀魚類化石を、アルゼンチンとしては最初にしかも各所から発見し得たことなど、本調査地域での大成果であつた。とくに後者に関しては、将来の精査によりシルル・デボン系の分帯を魚化石によつて行なう可能性をもたせるに至つたものであり、国際対比上の意義は大きい。

5. Sierra Australes 地域

この地域の中心に Bahia Blanca がある。Bahia Blanca の北方には、広大なパンパにきわ立つてそびえる南部山脈 (Sierras Australes) が、北東に張り出した弧をえがいて連なり、その南東端が平原に没する近くに“窓の山”(Sierra de la Ventana) と呼ばれる山塊がある。この山塊は主として先カンブリア代の地層と、その上に不整合で重なるシルル・デボン系および二畳系とからなっている。これらの中・上部古生層からは、いわゆる南半球型の特徴をそなえる各種化石群が発見されており、1967年に開かれた「 Gondwana の層序学・古生物学に関する第一回国際シンポジウム」(1 International Symposium on Gondwana Stratigraphy and Palaeontology) に際し、野外巡検地の一つに選定されている。

当地区の調査目標は、マルビノカブリック要素として重要なシルル・デボン紀の腕足類、とくに *Cryptonella* を得ること、ならびに Gondwana 特有の二畳紀植物 *Glossopteris* などを入手することにあつた。短期間の調査ではあつたが、Universidad Nacional del Sur の地質学鉱物学教室の Dr. HAYASE, Dr. PROZZI, Dr. CORTE をはじめ、多くの方々の協力を得て無駄なく調査をすすめることができた。

Sierra de la Ventana に分布する古生層の層序は次のとおりである。

IV Pallahuinco 層群 (二畳系) 2,200 m	{	Tunas 層	600 m
		Bonete 層	400 m
		Piedra Azul 層	300 m
		Sauce Grande 層	800~900 m

第7図 Sierra de la Ventana 周辺の地質 (HARRINGTON in PADULA et al., 1968 による)

III	Ventana 層群 (下部デボン系) 1,400m	{	Lolén 層	400 m
			Providencia 層	200~300 m
			Napostá 層	400 m
			Bravard 層	200~250 m
<hr/>				
II	Curamalal 層群 (シルル系) 1,250m	{	Hinojo 層	100~150 m
			Trocadeo 層	700~800 m
			Mascota 層	200 m
			La Lola 層	100 m
<hr/>				
I	先カンブリア系	花崗岩類および流紋岩類		

各層群はいずれも不整合によつてへだてられているが、I—II間は斜交不整合であり、II—III間是非整合、III—IV間是不整合の関係にある。II層群は主として quartzite からなり、基底部には粗粒砂岩や礫岩なども含む。III層群も粗粒砂岩および礫岩にはじまり、雑色の砂岩が主体であるが、全体として片理がよく発達している。*Cryptonella* などの腕足類はこのような変形した砂岩中に含まれ、とくに Lolén-Providencia 層の境界から約 80 m 上位の層準に多く見出される。いずれも殻は溶脱しているが、次の 5 種を産出する。*Cryptonella baini* SHARPE, *Schuchertella* sp., *Spirifer* indet., “*Leptocoelia flabellites*” (CONRAD), *Derbya* sp.. 目的とする *Cryptonella* は、かなり再結晶の進んだセリサイト片岩~千枚岩中に、一見礫岩状に密集して産出する。したがって保存状態は著しく貧弱であるが、変成岩中の大型化石としてその産状はきわめて示唆にとんでいる。

IV層群はやはり礫岩を有するが、全体として細粒物質が優勢となり、細粒砂岩やシルト岩が多い。III層群とは変成度に著しい差があつてほとんど“生”に近く、変形も少ない。いろいろな層準にある礫岩中には、研磨されたり擦痕を有する礫を含むので、多分、tillite であろう。Bonete 層は化石を多く含み、主として砂質岩中に、数種の *Eurydesma* をはじめとする特徴的な二枚貝化石群を産出する。これらの海棲動物群を含む地層の上位には *Modiola* を伴う含植物化石層が発達し、塊状のシルト質岩中に下記のような各種を産する。*Glossopteris angustifolia* BRONGNIART, *G. browniana* BRONGNIART, *G. decipiens* FEISTMANTEL, *G. indica* SHIMPER, *Gangamopteris obovata* (CARR.) ARGER, *G. obovata* var. *major* FEISTMANTEL, *Noeggerathiopsis hislopi* (BUMB.) FEISTMANTEL, *Walkiella* sp. indet., *Equisetoid stems* (*Neocalamites*?)。

気候上の厳しい悪条件下ではあつたが、Tornquist 東方の峠近くでの *Cryptonella*, および Las Mosazas の石切場での *Glossopteris* やその他多数を採集することができ、それらは目下検討中である。

本研究に当つて種々ご教示たまわれた千葉大学長相磯和嘉博士に対して、また東京大学名誉教授小林貞一博士、東京教育大学名誉教授藤本治義博士、三菱鉱業朱雀智介氏、堀越義一氏、海外鉱物資源開発小川泰司氏および入辻昭氏、Buenos Aires の島津重一氏、General Alvear の小林敬吉氏および日本貿易振興会に対して深く感謝する。なお本研究は文部省科学研究費助成による海外学術調査であつて、当局関係者からの多方面にわたる深いご配慮に対して、ここに厚く謝意を表する次第である。