三葉虫類等に関する国際学術集会 (1973 年, オスロー)

浜 田 隆 士*

Report of the NATO Advanced Study Institute on the
“Evolution and Morphology of the Trilobita,
Trilobitoidea and Merostomata” in Oslo, 1973

Takashi HAMADA

I ま え が き

Evolution and Morphology of the Trilobita, Trilobitoidea and Merostomata (三葉虫類, 三葉甲類**ならびに退口類の進化と形態) という研究集会が, 1973年7月1日から同月8日まで, オスローにおいて開催された。これは NATO の Science Committee の後援で開かれる NATO Advanced Study Institute の一環をなすもので, 主として条約加盟国の三葉虫類研究者を集めて行なわれた純学術的会合である。実際には NATO 関係諸国以外の国からも多勢の参加者があつたし, また呼びかけはソ連や東欧のいわゆる共産圏諸国の学者に対しても行なわれたようである。

この集会を実質的に提唱しかつ主催した機関は, 最近世界の三葉虫類研究者に向けて *Trilobite News* というプリントを編集・発行し, 斯界のインフォメーションセンターとして機能しているオスロー大学の古生物学博物館で, 研究集会はノールウエー, スエーデン両国の共同出資施設であるオスロー郊外のフォクセノーセン国際会議場(Voksenåsen Conference Centre)で行なわれた。

NATO の科学委員会では, これまでも基礎科学分野各方面における同様の Advanced Study

Institute をかなり頻繁に主催・後援しており, 地学関係では, 例えば1963年1月7日~12日に The University of Newcastle upon Tyne において, 物理学および地質学教室共催で開かれた NATO Palaeoclimate Conference があり, その成果は周知のように NAIRN, A.E.M. 編(1964) *Problems in Palaeoclimatology* (Interscience Publishers) として刊行されているし, 地球物理関係では RUNCORN, S.K. 編(1970) *Palaeogeophysics* (Academic Press) として刊行されたのも同系の Advanced Study Institute への提出論文である。さらに最近では, 1971年11月15~20日にスコットランドの Aviemore で開かれた North Sea Conference の論文が, GOLDBERG, E.D. 編(1973) *North Sea Science* (MIT Press) として出版されたばかりであるし, 同年 Academic Press から TARLING, D.H. & RUNCORN, S.K. 編 *Implications of Continental Drift to the Earth Sciences*. として2巻の大著となつたものは, 1972年4月に The University of Newcastle upon Tyne で5日間にわたつて開催された Advanced Study Institute の論文87篇を収録したものである。

このように, NATO の行なういわば非軍事目的の科学者集会は, 次々とその成果を公表しつつあり, いまや一つの有効な国際学術交流の場として認められてきた感じが強い。なお, 今回のオスロー集会については, IPA (国際古生物学連合) か

* 東京大学教養学部宇宙地球科学教室
University of Tokyo

** 小林(1960)にしたがい Trilobitomorpha を三葉形類(亜門), Trilobitoidea を三葉甲類(綱)と訳す。

らも全面的な支持があり、また IUGS (国際地質学連合) からは若干の経済援助が与えられたときく。

筆者は、幸いアジア全域から唯一の参加者に選ばれてこれに出席し、東南アジアおよび日本における三葉虫類研究の現状を披露する機会を与えられるとともに、最近の三葉虫研究における世界の進展とその趨勢の一端をうかがい知ることができた。ここに STØRMER 会長他関係者各位に深い感謝の意を表するとともに、会議のあらましを記し、諸賢の御参考に供することによって、そのいささかの責を果たしたいと希うものである。

II 会議の構成

会議の Organising Committee は
Leif STØRMER (Chairman)
David L. BRUTON (Secretary/Organiser)
Gunnar HENNINGSMOEN
Valdar JAANUSSON
で、その本部は
Paleontologisk Museum, Universitetet i Oslo,
Norge (Paleontological Museum, University
of Oslo, Norway)
におかれた。

参加者は、申請書による書類選衡のうえ、15カ国60数名が予定されていたが、実際にはソ連からの出席がなく、14カ国50余名 (英18, 米10, ノールウェー, スウェーデン各4, カナダ, フランス, オーストラリア各3, ポーランド2, ドイツ, チェコスロバキア, デンマーク, イタリア, モロッコ, 日本各1など) であった。このうち7カ国の17名は招待講演者であり、プログラム(後記)の講演者名に星印を付して示してある。

講演は追加を含めて35題が行なわれた。ただし、そのうちの1件はカザクスタン共和国の APOLONOV, M.K. から郵送されてきた論文で、JAANUSSON によつて代読、紹介されたものである。

講演および討論は、次にかかげるように6つの Sessions に分かれ、質問時間を含めて1題平均30分のプログラムであった。なお、開会式にあつて、盛会を期待する旨の小林貞一博士からのメ

ッセージがとどいて STØRMER 会長から一同に披露され、集会の雰囲気が一層もり立てられた。

<プログラム>

Monday 2, July

Opening of meeting by Professor Henrich NEUMAN (Dekanus, Faculty of Mathematics and Natural History, University of Oslo).

Speech of welcome by Chairman of Institute, L. STØRMER.

SESSION I *Functional Morphology of Trilobites* (Chairman H.B. WHITTINGTON)

*E.N.K. CLARKSON: The evolution of the eye in trilobites.

P.A. JELL: The abathochroal eye of *Pagetia*, a new type of trilobite eye.

J. CISNE: Comparative anatomy of the trilobite *Triarthrus*.

K. S. W. CAMPBELL: The functional morphology of *Cryptolithus*.

*J. -L. HENRY et E. N. K. CLARKSON: Enroulement et coaptations chez quelques especes du trilobite ordovicien *Placoparia*.

*H. B. WHITTINGTON: Appendages of *Olenoides serratus*, Burgess Shale, Middle Cambrian.

Tuesday 3, July

SESSION II *Shell Structure*

(Chairman J. DALINGWATER)

D. J. TEIGLER & K. M. TOWE: The microstructure of the trilobite integument.

*J. DALINGWATER: Secondary microstructures in trilobite cuticles.

J. MILLER: Structure and function of trilobite terrace lines.

H. OSMOLSKA: Fine morphological features of some Devonian and Lower Carboniferous trilobites.

SESSION III *Classification-Evolution*

(Chairman W.T. DEAN)

*V. JAANUSSON: Some morphological discontinuities in the evolution of trilobites.

*R. ROBISON: Species diversity among agnostoid trilobites.

*J.H. SHERGOLD: *Pseudagnostus* (Trilobita: Agnostina)-morphology and classification.

*R.A. FORTEY & R.M. OWENS: Proetida -a proposed new order of trilobites.
J.K. INGHAM & *C.P. HUGHES: Trinucleid classification.

Wednesday 4, July

SESSION IV *Merostomata*

(Chairman L. STÖRMER)

*C.D. WATERSTON: On gill structures in the Lower Devonian eurypterid *Tarsopterella scotica* (WOODWARD).

N.M. HANKEN & *L. STÖRMER: The track of a large Silurian eurypterid.

D. FISHER: The functional morphology of *Limulus* and *Mesolimulus* in relation to swimming and burrowing.

*J. BERGSTRÖM: Functional morphology and evolution of xiphosurids.

Thursday 5, July

SESSION V *Biogeography*

(Chairman V. JAANUSSON)

*R.J. ROSS Jr.: Trilobites, sedimentary facies, lithospheric plates, and ocean currents.

P.A. JELL: Faunal provinces and geography of the Middle Cambrian.

*R.A. FORTEY: Early Ordovician trilobite communities.

*W.T. DEAN: Turkish Cambro-Ordovician trilobites.

J.H. STITT: Population, evolution and possible paleoecology of late Cambrian cratonic trilobites of North America.

A.R. ORMISTON: Siegenian trilobite zoogeography, Arctic North America.

E. TOMCZYKOWA: Homalonotinae as a biostratigraphic and palaeogeographic index in lowermost Devoian.

**T. HAMADA & T. KOBAYASHI: Trilobites from Malay Peninsula and the Japanese Islands.

Friday 6, July

SESSION VI *Burgess Shale Arthropoda* (Chairman R.R. HESSLER)

*H.B. WHITTINGTON: Introduction.

*D.L. BRUTON: Studies of *Leancoilia*, *Sidneyia* and *Emeraldella*.

*C.P. HUGHES: Remarks on *Waptia* and *Burgessia*.

*R.R. HESSLER & W.A. NEWMAN: Was the ancestor of the Crustacea a trilobite morpho?

ADDITIONAL LECTURES

*G. HENNINGSMOEN: Moulting processes of trilobites.

R. Levi SETTI: On *Limulus* eyes.

K.M. TOWE: Photographs taken by trilobite eye lenses.

OPEN SESSION

Proposed standardisation of trilobite measurements by J.T. TEMPLE.

(Chairman D.L. BRUTON)

III 講演および討議

オスロー集会の特徴の一つとして、古生物学のテーマをとりあげていながら、参加者には生物学者、物理学者などをも加えて、意識的に隣接科学分野との連繫を強く計っていた点を指摘できる。物理学者には光学関係と流体力学関係の人が含まれ、したがって討議の内容には、大分類上の問題はもちろん、機能形態論、実験的証明作業等において啓発されるところが多かったと思える。総合討論の際にとりあげられた話題なども含めて、各セッションで行なわれた講演・討議の主要点を紹介しておく。

* 招待講演者

** CHLUPÁČ, I. (チェコ)に代るコメント

A) 三葉虫類の機能形態論

大きく分けて次の三つのテーマにしばられよう。一つは、眼の構造と機能に関するもので、従来知られている holochroal eyes および schizochroal eyes に加えて、新たに abathochroal eyes という形態の存在が紹介された。いずれのタイプにしても、三葉虫類の眼は方解石の単結晶でできた両凸レンズの複眼であつて、単一の鉱物からなるという点である種の現生陸生節足動物に類似している。しかしながら、明らかな海生生物である三葉虫を、それらとまったく同義に扱かつてよいかどうかについては疑問も残るのは当然であろう。一方カプトガニの眼は、円錐形の集光レンズをもつていて、三葉虫類のそれとは形態的にいちじるしく異なっている。カプトガニの眼やそのモデルを用いて、実験的に映像を得ることに成功したという報告もさることながら、デボン紀の *Phacops* の眼の一部を複眼のまま分離することができたうえに、それをレンズとして写真乾板上に見事なイメージを結像せしめた実験 (TOWE, 1973) には、一同の大きな関心が集まった。

レンズで集光したあとの伝達神経系についてはまだ十分に明らかにされてはいないが、レンズ下方に機能不明の黒斑部や細脈状繊維構造などの存在が知られてきており、近い将来にはさらに詳しい解剖学的知見が得られるであろうことは疑いない。

第二のテーマは、体節ならびに付属肢の問題である。Burgess Shale で代表されるような“特殊”な保存状態のものから明らかにされる微細形態のほか、ドイツの X線技師 Dr. STRÜMER (1964, 69) によつて開拓された拡大軟 X線による研究方法が次第に広く浸透しつつあり、頁岩中の黄鉄鉱化された付属肢などのくわしい状態や、場合によつては幼生らしきものの形状も明らかにされてきている。Hansrück Shale (ドイツ, Low. Dev.) や Frankfort Shale (ニューヨーク, Up. Ord.) 中の三葉虫などはその著しい例で、付属肢のみならず、消化管、筋肉系その他の軟体構造についても、多くの情報が得られつつある。

とりわけ注目されるのは、Frankfort Shale 中の Beecher's Trilobite Bed 産 *Triarthrus ea-*

toni を研究したところによれば、軟体の尾部はさらに前半と後半との二つの部分に分かれていて、そのうちの後半分は殻皮の尾板の先よりもっと後方にまでのびていて、しかも 6~12 対の付属肢を有し、その最後端に付属肢のない小さな telson (尾節) があつて、そこに肛門が開口しているということが明らかにされた点である。このことは、三葉虫類のなかには、殻皮にみられる分節数と軟体のそれらとは必ずしも一致しないものがあることを意味しており、分類基準や進化傾向としての体節数(殻皮上の)の変異のもつ意義については、慎重に考慮しなければならないことを示唆するものであろう。

一方、三葉虫類の軟体諸構造のうち、生殖器官については目下のところ一切明らかでないのは不思議というべきである。殻甲の外形に認められる系統的な僅少差を雌雄二型としてとらえる研究は若干あるが(例, Hu, 1971 など)、これらについても今後は軟体部構造のレベルで立証される必要があると思われる。

第三のテーマは、“ダッドレーのコオロギ”(Dudley Cricket: *Calymene blumenbachi*) など代表されるような三葉虫の身体の“巻きこみ”(enrollment) とそれに関連する諸形質の問題である。三葉虫が身体を丸めるのは、現生のダンゴムシやフナムシなどの比較的多節の節足動物にしばしばみられるのと同じく、外敵からの防御のためであつたろうとする説明が一般に流布している。しかしながら、実際に頭部とその他の各部位とがどのようなメカニズムでかみ合つて丸くなるのか、その接合の機能形態についての研究はまだ十分とはいへぬ段階にある。Asaphid や Phacopid などの前頭部下縁に発達する vincular furrow だけが巻きこみに適合した形態であるはずはなく、環境に応じた生活時の姿勢とからんで、今後一層詳しく調べられなければならない問題であるといつてよい。

B) 殻皮構造

受光器官の部分のをぞく三葉虫の殻皮微細構造は、光学顕微鏡はもちろん走査電顕によつて観察されているほか、鉱物学的検討や化学成分、とくにアミノ酸等有機成分の変異についての研究も行

なわれている。

外殻には、殻表にはほぼ垂直な向きで様々の直径の小管構造が発達しているのが見出されることも多いが、その機能や成因には複雑な点があるようにみえる。殻表、とくに *doublure* などに認められるステップ状殻面には、往々にして小孔が開孔し、一説には水流を感知する繊毛の出る穴と解されている。しかしなかには、隣接する碎屑物としての他の生物殻片などと共通に穿孔されている例が見出されていることもあつて、小孔構造が必ずしも生時における機能的な原構造だけでは考え難い事態となつてきた。これらは、一応 *fungi*, *sponges*, *algae* などの微小な穿孔生物による二次的破損構造とみられているが、もしこのような原因による小孔がかなり多いとすれば、殻皮からの有機成分抽出結果を解釈するにあつて、かなり慎重な扱いが必要となることは自明である。

殻皮の主成分は、知られている限りでは CaCO_3 (方解石)であることが圧倒的に多い。しかし、これが果して原成分であるのか、それともアラレ石構造の CaCO_3 から変質したものであるかは判っていないし、一部には明瞭な磷灰石 (*apatite*: $\text{Ca}_4(\text{CaCl})(\text{PO}_4)_3$) も見出されていて、同じように一次成分か二次的置換や変質によるものか判然とし難いなど、問題が残されている。けれども、磷灰石については、置換の結果と見るむきがいまのところ多いようである。

C) 分類と進化

JAANUSSON の報告したスエーデンのアレニグ階三葉虫は、*schizochroal eyes* をもちながら一皮下に *holochroal eyes* を思わせる構造を有し、さらに肋溝 (*pleural furrow*) が肋小面 (*pleural facet*) にまでのびるなど、*Phacopacea* の特徴を具えている。しかし *phacopid* にはない明瞭な *rostral plate* をもつ点、中間的な形態であるといえる。

FORTEY と OWENS は、オルドビス紀前期の *Celmus* など、これまで科の位置にすら疑問のあつた三葉虫類の個体発生を研究して、*Bathyuracea*, *Proetacea* 両超科を合わせて *Proetida* 目を新設するのが合理的であると主張している。個体発生のごく初期にあつては、1節のみでしかも後

方先端が二叉状となつた尾板の存在が重要である。

Agnostid について広く検討されたところによれば、一般に炭酸塩岩中、とくに堆 (*bank*) 状の堆積物中に含まれるものには地方固有型 (*endemic forms*) が、また遠洋相堆積物中にはむしろ汎世界型 (*universal forms*) が、それぞれ存在し、しかも1産地では最高6種をこえることはないという。このような共存種数は時代とともに増加する傾向がみられ、カンブリア紀前期にあつては、一産地でわずかに2種が最高である。なお、最近 *agnostid* の下唇 (*hypostoma*) が詳しく研究され、きわめて持異な形態をもつものであることが紹介された。

Pseudagnostus 属の81種についての詳細な研究によれば、この属の頭部および尾部には、それぞれ10列の肉痕が認められ、おそらくは付属肢のつく体節の位置およびその数を暗示するものと考えられている。

D) 退口類

広翼類 (*eurypterids*) および剣尾類 (*xiphosurids*) について、分類学、比較解剖学、進化傾向などとともに、匍匐、遊泳、潜行などの行動様式に関する観察、実験例などが活発に報告・討議された。

STÖRMER らは、シルル紀後期の大型広翼類 *Mixopterus* などの生痕の研究から、これらは鰓が湿っている短い時間ではあつたが、水中から出て潮間帯の軟泥上を歩行したものと推定している。このとき身体の後半部分は、ちょうど現在のサソリの姿態にみられるように、上方ないしは前方に折り曲げられ、行動のバランスをとつたものとみられている。このように考えると、従来知られているほとんど全ての広翼類の必要以上に長くみえる胸部や尾部のもつ意味がはつきりしてくる。

FISHER は、現生のカブトガニの背甲と中生代 *Mesolimulus* の背甲やその模型などを用いて、甲の仰角 (カブトガニは背甲を下にし、仰向けの姿勢で遊泳する) とそのとき後方に生じる渦流の実験から、物理的に最適の体位を推定した。これに関連して、三葉虫の遊泳体位が果してどのような

ものであつたかという点についても議論されたが、結論らしきものは得られなかつた。ただ、尾板の大きい三葉虫類のあるものは、これをパッド状に用いてジャンプ気味にスタートすることができたかもしれないという見解は、大方の支持を得ているようであつた。

E) 生物古地理

三葉虫類の分布と堆積相とを、プレートテクトニクスの立場による過去の海陸分布と照合し、さらにこれに古海流系を想定しながら、三葉虫群にもとづく古地理を推定する試みが発表された。しかしながら、あまりにも推測部分が多い現今の事情からは、それほど信頼のおける結論を求めるのは無理とする意見も出された。実際、このようにして求めた古赤道域と、おそらく熱帯—亜熱帯性の造礁生物とみられている古杯類 (archaeocyathids) の分布との間に大きな矛盾を生じている。

また、科単位での各地区間の類似度を Simpson 係数を使つて表わし、それにもとづいて古地理を論じた研究も上げにされたが、これに対しては、地質学的、古生物学的、とりわけ様々な分類学的立場をとる多くの研究者になる、むしろ雑多ともいえる文献からとつたデータの処理は、いかに数理的に正しくとも、結局は数値分析以前の基本的な問題であるとして、コンピューター古地理学の限界を指摘する声も強かつた。

従来の三葉虫動物相は、ふつつそれらに含まれる三葉虫の底生・遊泳性の区別なしに論じられてきたきらいがあるが、この点、区別可能であればそのどちらに準拠するかを明確にしたうえで立論すべきである、という批判は傾聴に値いしよう。また、三葉虫類の古生態ともからんで、これまでの通説となつていような、盲目あるいは巨大な眼をもつものは、利用できる光量の少ない海域、つまり深海底部に棲むものであるとする考えに対しても、現生節足動物の遊泳性諸幼生の形態から類推すると、巨大眼をもつものはむしろ遊泳性三葉虫の特徴の一つでもあり、他方盲目は軟泥中に潜行して生活する部類におこつた環境適応現象ではないかという考えがのべられた。しかしながら、具体的にどのような相にどのような形態の三葉虫が卓越するかについては、たとえばカザクス

タンでの分析例などが紹介されたものの、三葉虫類全般について明らかにされるまでには、まだかなりの時間を要するとの感じが強かつた。

三葉虫群のうち、幼生はもちろん、成体の分布も大洋の海流に大きく支配されるようなグループが、たとえば安定大陸の広い陸棚上に定着した場合を考えると、そこにおける環境の変化や時間の経過とともに、種々の選択要因が働いて、次第にその群の性格をかえてゆき、時には爆発的に分化をとげ、そしてさらに進化するのであろう、といった一つのモデルが提唱された。しかし、三葉虫類の時空分布は、上述のようなメカニズムあるいはプロセスを十分明らかにできるほどよくは判っていないし、またまったく異なつた立場からその進化を説明することすら可能であるとして、全体としてかなり批判的な空気があつたことは否めない。

F) Burgess 頁岩節足動物

WALCOTT (1911, 1912) の研究以来、世界でもっとも著しい化石産出層の一つと認められるようになったカナダのブリティッシュ・コロンビアの山中深く、Mt. Wapta と Mt. Field とを結ぶ山稜の急斜面に露出するカンブリア紀中期の Burgess Shale からは、これまでに約150種の生物化石が報告されている。これらのうちの大部分は、Burgess Shale にのみ知られる95の独特属に含まれる。

薄い炭質物の膜となつて保存されている様々な付属肢や軟体部の研究は、WALCOTT の資料にさらに1966年と翌1967年とにイギリスの WHITTINGTON を隊長に迎えて行なわれた、カナダ地質調査所の精力的な採集と調査の結果とが加えられて、これまでよりも一層精緻な研究成果をもたらしている。(例: SIMONETTI, 1971)

層位学的研究から明らかにされたところによると、この Burgess Shale はドロマイトバンクを切り開いて発達した二つのデルタにはさまれた、ちようど蔭のようになつた局所的静水域に形成されたものである。したがつてその層理はほとんど乱されることのない細粒碎屑物からなるにもかかわらず、堆積速度はかなり大きく、そのために“異常”ともみられるほどに保存良好な小型生物

化石を蔵しているのだと説明されている。現実には、この頁岩相は、水平方向には NE に向かつてはほとんど垂直に Cathedral Dolomite と呼ばれる炭酸塩岩相に移りかわることが認められている。

この頁岩中に多い節足動物のうち、*Leandroia*, *Sidneyia*, *Emeraldella*, *Waptia*, *Burgessia* などの、主として付属肢、それもとくに脚基をなす底節(coxa)や大きく発達した鰓(gill)の構造がよく研究されている。消化管系の形態も見事に復元されているが、なかでも興味あることには、例えば *Sydneia* のある個体の腸内に、無関節類(Inarticulata)の腕足貝やある種の agnostid の殻片が見出され、おそらくは食物としてとりこまれたものであろうと推測されていることである。もしそうであるとすれば、判っている限りこの三葉虫類は、底生の生物を摂取していたということになる。

Burgess Shale 節足動物研究の最大の興味は、これら各種の三葉虫類が分類学上果して三葉虫類とどのような関係にあるのかという疑問に対して、何か解剖学的な知見を得ることができるのではないかという点にあることは疑いない。しかしながら、目下のところこれに関して、三葉虫類が三葉虫と直結するような証拠は何も得られていない。変った見方としては、三葉虫の幼型と half shape ostracod とを比較するものがある。殻皮の微細構造や構成結晶粒の配列方位などに関しては、たしかに両者はよく対応しているし、殻上に固定した眼をもっていることも他の節足動物とはややちがった外部形態上の類似点の一つとされている。もちろん両者間の相違点は類似点以上に大きいのであるが、一つの見解として披露されたものであろう。

生物学者としての立場から HESSLER らは、三葉形類(亜門 Trilobitomorpha=三葉虫綱 Trilobitoidea+三葉虫綱 Trilobita)が果して甲殻類や鋏角類の祖先たり得るかについての仮説をのべた。彼らによれば、urcrustaceans として一括される原始的な甲殻類をよく調べる必要があるという。少なくとも現在判っているかぎり、食物を口に運ぶ際の付属肢の運動方向は、三葉虫類、三葉甲

類ならびに urcrustaceans だけが、腹面側にあつて後方から前方へと送るシステムをもっているからである。

G) 計測規格に関する自由討論

TEMPLE の呼びかけで、オスロー集会を機会に、三葉虫類の各部位の計測法とその規格化に関して有志の討論会を開きたい旨、事前に参考資料をつけて連絡プリントが配られていた。彼が示した試案に対しては、出席した人達以外からの意見を含めて、かなり多くの回答が寄せられていたのであるが、大方はその趣旨には賛同しながらも、具体的細部にわたつては必らずしも良い一致をみているわけではなく、いろいろと複雑な問題点が指摘されていたようである。

オスローにあつても、2日間にわたつてかなり突込んだ議論がもたれたにもかかわらず、早急に計測の規格化実現の見通しは困難であり、今後もしかるべき議論を重ねるよう努力しようといった線でもとめられる結果にとどまつた。しかしながら、その目的とするところにはたしかに注目すべきであり、国際的な情報処理の方向に沿う動きは必要と感じられるので、ここには簡単にその印象と私見とを記しておく。

正しい計測には正当な座標の設定が必要であることはいうまでもない。今回の討議に際しては、SHAW(1957)が最初に提案したように一応背面または側面からの正射投影によるイメージの線分の長さ、あるいはそれらのなす角度などに主眼をおいた、いわゆる単方位法(single-orientation method)についてのみ論じられた。しかしながら、実際に当てみると方位をかえての測線もまた大切であり、とくに甲高で強い曲率をもつ三葉虫類については、方法の複雑さをいとわず、適切な多方位法(multiple-orientation method)が是非とも必要である。また、各部位の長さの比のとり方やその意味づけについてはまだ十分に検討するところまでいかなかったけれども、すでに ZORN(1972)も指摘しているように、相対成長、他種との比較、統計的处理などにあたつて、これは必らず吟味されなければならない問題である。

討論のなかでもつとも力点のおかれた内容の一つに、計測法が規格化されることによつてコンピ

第1図 オスロー近郊の地質略図

ユーザー利用の情報処理などに便利となる一方、万人のアイデアをすべて活かすわけにもいかないもので、いきおい利用し易いあるいはたまたまそれに適った目的をもっている一部の人々だけのメリットを生むにとどまるおそれがあるという点があつた。加えて、画一的な計測とそれにもとづく比較は、ある程度の客観性をもたせるには役立つても、形態解釈についての研究者一人一人の独創性を妨げることにもつながるおそれがあるとし、とくに三葉虫類のようなむしろ高等な生物に関する計測の精神は、本来各測定者の自由に任せるべ

きであるという見解がかなり強かつたことは注目しなければならない。

結果として、多様性のはなはだ大きい三葉虫について、最低どのくらいの計測とすれば便利であるかということの判定は、研究者によつて千差万別であり、そう簡単にまとまる筈のものではなからうという認識が得られたことになる。今後は、このような事情をふまえたうえで、さらに建設的な討議がなされるであろうことを期待したい。ふつう、生理学や人類学などで用いられている各種の計測法のように、誰かが試案的に提出したもの

第1表 オスロー周辺の古生界層序表。堆積速度の数値(右欄)は BJØRLYKKE (1973, p. 428, fig. 9) による。

	OSLO REGION		CORRELATION WITH GREAT BRITAIN	OSLO — ASKER		AVERAGE SED. RATES mm/10 ³ ys
	SERIES	STAGES & SUBSTAGES		Thickness in m	LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS	
SILURIAN	Ringerike Series (10)	10	Downtonian ---?---	ca. 500	Ringerike sandstone	> 100
	Upper Spiriferid Series (9)	9g 9f 9e 9d 9c 9b 9a	Ludlovian ---?---	200	Shale with <i>Leperditia norvegica</i> Favosites limestone Chonetes limestone Limestone with <i>Howellella</i> sp. Shale and limestone with <i>Leperditia phaseolus</i> Lst. & Sh. with <i>Camarotoechia nucula</i>	↓
	Lower Spiriferid Series (8)	8d 8c 8b 8a	Wenlockian ---?---	100-130	Malmøy limestone Limestone with <i>Rhynchotretra cuneata</i> Monograptus shale	30 ↑
	Pentamerus Series (7)	7c 7b 7a	Llandoveryan	115-150	Crinoid shale + <i>Stricklandia</i> <i>lirata</i> limestone Pentamerus limestone	
	Stricklandia Series (6)	6c 6b 6a		150-170	Sh. & calc. sst. w. <i>Stricklandia lens</i> Calc. sst. with <i>Plectatrypa</i> Sh. & calc. sst. w. <i>Climacogr. normalis</i>	
ORDOVICIAN	Upper Tretaspis Series (4c-5b)	5b 5a 4d 4cβ-γ 4cα	Ashgillian -----	max. 30 45-80 55-90	Calcareous sandstone formation Gastropod limestones, etc. α-γ <i>Isotelus</i> sh.(α, γ) & lst.(β) Up <i>Tretaspis</i> sh.(γ) & <i>Tretaspis</i> lst.(β) Lower <i>Tretaspis</i> shale	13
	Middle Chasmops Series (4aβ-4b)	4bδ ₂ 4bδ ₁ 4bγ 4bδ 4ba 4aβ	Caradocian	120-165	Upper Chasmops limestone (10-25 m) Upper Chasmops shale Lower Chasmops limestone Lower Chasmops shale Ampyx limestone	7.3
	Ogygiocaris Series (4aα)	4aα ₃₋₄ 4aα ₁₋₂	Llandeilian Llanvirnian	70	Ogygiocaris shale Upper <i>Didymograptus</i> shale	
	Lower Asaphus Series (3b-c)	3cγ 3cβ 3cα 3b	Arenigian	10 10	Endoceratid limestone Asaphus shale } Orthoceras Megistaspis limestone } limestone α-ε <i>L. Didymograptus</i> sh. (=Phyllograptus sh.)	1.65
	Ceratopyge Series (2e-3a)	3aγ 3aα-β 2e	Tremadocian	20	Ceratopyge limestone Ceratopyge shales α-δ <i>Dictyonema</i> shale	
CAMBRIAN	Upper Olenid Series (2a-d)	2dε 2dα-δ 2c 2b 2aδ 2aα	Olenus Series	45	Acerocare Peltura Leptoplastus & Eurycare Parabolina spinulosa Olenus & Agnostus obesus Agnostus pisiformis	Alum shale with stinkstone concretions
	Middle Paradoxides Series (1c-d)	1d 1cβ-δ 1cα	Paradoxides Series	20	Paradoxides forchhammeri Parad. paradoxissimus	Basal cgl.
	Lower Holmia Series (1a-b)	1bδ 1ba 1aβ 1aα	Olenellus Series			
UNDERLYING				PRECAMBRIAN (PRE-SPARGMITIAN)		

が次第に滲透し、多くの研究者の実用による検証と改良の積み重ねのうえで、一般的ないしは国際的に定着するというのが好ましい方向であり、会

議で決めるという、いわば半ば強権発動的なプロセスでは解決のつかぬ問題ではないかという印象が強い。

IV 大学・博物館の見学

セッションの合い間にあたる4日の午後は、休息を兼ねて有志の人達のためにオスロー大学地質学教室と、大学付置の古生物学博物館へのバスが用意され、各自思い思いに見学させてもらうことができた。

古生物学博物館は、動植物の博物館とともに教室とは別のキャンパスにあり、手入れの行きとどいた公園のように美しい植物園の中に建っている。研究室も含むこの博物館には、さすがにその歴史を誇るだけの見事な標本が揃っている。ことに先カンブリア系の各種岩石や、珍しいアルカリペグマタイト産の様々な鉱物には、目を見はるものが多い。

化石では、もちろん三葉虫類がいくつかのケースにびつしりと、それも原記載の模式標本類が並べられているほか、旧赤色砂岩産の巨大な広翼類や魚類の展示も素晴らしい。オスロー市街からも多産する筆石類は、実物教育用として展示ホールの中央に、大きな箱に山積みにしてあり、誰でもそれを手にとつて見るができるようにしてあるなど、さすがに産地国を感じさせるアイデアである。また別のホールには、美しく色で塗り分けたオスローフィヨルドの立体地質模型が据えてあり、展示標本の産地やその地質学的背景を知るのに至極便利にできている。

なお、館入口の売店では、*Asaphus expansus*, *Chasmops extensa*, *Holmia kjerulfi*, *Ogygiocaris sarsi* などの大型三葉虫をはじめ、*Discoceras* など地元産出の著名化石を型どつた精巧な黒塗り石膏模型、いくつかの鉱物標本、オスロー周辺の1/5万地質図とその案内書などを扱っている。ただし、係の老婦人が、残念ながら北欧語以外はまったく解しないのには、いささかのとまどいを味わつたものである。

V オスローフィヨルド巡検

集会最終日の8日には、一同とその家族総出で、ピクニックを兼ねたオスローフィヨルドへのボートトリップが賑やかに催された。

オスロー地方の地質構造や、バルト楯状地とカレドニア山地とのつなぎ目としてのその意義などについては、すでに小林(1961)が解説しているのので、ここには敢えて繰り返さない。

会議の行なわれた Voksenåsen や、スキージャンプのある有名な Holmenkollen の丘は二疊紀の溶岩や閃長岩類からなる一方、海に面したオスロー市街一帯には、含筆石頁岩層や層状～小レンズ状石灰岩層(BJØRLYKKE, 1973)を主とするオルドビス系が大きな複背斜を構成しながら分布し、ビルの工事場や自動車道路の切割りなどにもよく露出している。それらの含化石層は上述の閃長岩類の貫入をうけていて、山側に近づくにつれていちじるしくホルンフェルス化しているのが認められる。

オスローフィヨルドには、基盤をなす先カンブリア系の花崗岩類と、その上に堆積したのであるが現在は断層で接しているカンブリア紀からシルル紀にかけての地層が、低い丘陵や島を形造りながら分布している。とりわけ、これらの中・下部古生層の岩石は、NE-SW 方向の褶曲軸に強く支配された地形を呈して広く露出し、各所で多種多様の化石を産出している。島々にはふつう背斜軸がみられる(第1図)。

ボートトリップは、オスローのボートハーバー(1)をふり出しに、オルドビス～シルル系からなる Hovedøya 島(2)、Malmøya 島(3)など(第2図)を経て Nesodden の先カンブリア地塊と Ildjernet 島(4)との間の急峻な断層崖にそつて西南に向かい、Slemmestad の上部カンブリア系化石産地(5)とそのすぐ北の Bjerkåsholmen (6)における下部オルドビス系の典型露頭を訪ねる。ここでは、*Ceratopyge* Series の 3aa から *Asaphus* Ser. の 3cy (Endoceratid 石灰岩) までが見事に発達している。ボートはさらに北上して Holmenskjaeret (7) の上部オルドビス紀 *Palaeoporella* 石灰岩層に至つたが、このとき一天にわかにかき曇つて、スコール気味の強い雷雨と風とに見舞われたために、予定を変更して Fornebu 空港東岸でのオルドビス紀化石採集を制愛し、晴れ間をみて一寸南に浮かぶ Kjeholmen 島(8)の *Illæus* 帯に立寄り、礫のように丸くみえる

第2図 Hovedøya 島のオルドビス系 (A, B) とそのうえに印されたオスロフイヨルド形成時の擦痕 (C), ならびに Malmøy 島のシルル系層理面にみられる長大なクリノイドの巻いた茎化石 (D).

Illaeus を叩き出したのを最後に、延約 50 km 約 7 時間にわたる巡検旅行の 1 日を終了したのであった。

盛り沢山のスケジュールのため、各ストップでの時間に限りがあり、層序の詳しい観察や十分な採集をする余裕はなかつたけれども、オスロー地域旧古生界の概要を知るにはまことに好適のコースであつた。なかんづく、ほとんど垂直にまで転移している部分も多い褶曲帯にあるわりには、化石の保存がよいことや、下部カンブリア系から上部シルル系までを合わせても最大 1300 m に満たないような、きちんと成層した頁岩と泥灰岩、石灰岩の多い岩相の発達などには、とくに興味をひかれた。また、黄鉄鉱微粒の多いカンブリア系の固いノジュールを割ると、*agnostid* 三葉虫がまるでアリが集まつたように密集している様や、*Megistaspis* の長径 10 cm をこす大きな尾板が、長い *endoceratid* 頭足類とともに海岸の岩にくつも着いている産状には、まことに目を見張るものがあつた。

最上部シルル系からデボン系にかけての、いわゆる旧赤色砂岩である *Ringerike* 砂岩層は、この巡検ルートではみられなかつたが、別の日に組まれていたレディズプログラムでは、オスロー北西のティリフィヨルド方面へのバストリップがあり、STØRMER 夫人、HENNINGSMOEN 夫人らの案内で、蜂ノ巣サンゴなどに富む上部シルル紀石灰岩とその上の赤色砂岩類を見学する機会もあつたという。

なお、このオスロー巡検のために、ルート、産地の詳細図、岩相・層序の説明、断面図、主要化石のスケッチなどを収載した A 4 版 33 頁にわたるプリントが配布され、産地から産地へと移動する船中でなされた丁寧な解説と相まって、参加者一同へのよいガイドとなつた。

VI あとがき

三葉虫類に関する専門的な国際集会としては、実はこのオスローミーティングが最初の試みであつたという。招待講演者の適切な人選もあつて、きわめて有意義な集会となつたが、閉会の挨拶では、このような会を是非とも続けて持ちたいとい

う趣旨の発言があり、また参加者多数の強い具体的要望をも考慮して、次回は数年後に Bohemia で開けるように努力しようということにきまつた。

国際情勢、資金の調達、参加者の限界など難関も少なくないと思われるが、ヨーロッパばかりでなく、アメリカやオーストラリア等においてもこの種の会合が開催されるならば、その意義や成果は決して小さくはないであろう。また中国や朝鮮の材料をのぞくと、全体として三葉虫研究の立ちおくれが目立つアジア諸国にとっては、できるかぎり多くの研究者がこういつた機会をとらえて出席し、他の地域における実情に接するとともに、広く世界の知識を吸収しその趨勢を正しく把握しておくことが、きわめて大切であることは論をまたない。

素晴らしい標本に満ちた古生物学博物館の陳列に「さすがは産地国ですね!」と感歎の声をあげる人達に対して、「いやそれはやはり 300 年の歴史があつてこそはじめてできることなので、いつでもすぐにこんなに集められるものではありませんよ。」との説明が返つてきたとき、判つていたとはいえ、古生物学のもつ重みを今更のようにひしひしと感じざるを得なかつた。

三葉虫が発見(1891 年)されてから約 80 年、その研究・探査が軌道にのりはじめたのが、ようやくにしてここ 10 年位というわが国の事情と思ひ較べるにつけても、このオスローミーティングは、いつわらざるところ、羨しいかぎりの集会であつた。

参 照 文 献

- BERGSTRÖM, J. (1973): Organisation, life, and systematics of trilobites. *Fossils and Strata*, no. 2, 69 pp, 5 pls., Universitetsforlaget, Oslo.
- BJØRLYKKE, K. (1973): Origin of limestone nodules in the Lower Palaeozoic of the Oslo Region. *Norsk Geol. Tidsskr.*, vol. 53, no. 4, 419-431.
- CLARKSON, E.N.K. (1973 a): The eyes of *Asaphus raniceps* DALMAN (Trilobita). *Palaeontol.*, vol. 16, pt. 13, 425-444.
- (1973 b): Morphology and evolution

- of the eye in Upper Cambrian Olenidae (Trilobita). 同上, vol. 16, pt. 4, 735-763.
- DALINGWATER, J. E. (1973) : Trilobite cuticle microstructure and composition. 同上, vol. 16, pt. 4, 827-839.
- ELDREDGE, N. (1971) : Patterns of cephalic musculature in the Phacopina (Trilobita) and their phylogenetic significance. *Jour. Paleont.*, vol. 45, no. 1, 52-67, pls. 13-14.
- HENNINGSMOEN, G. (1973) : Trilobitter i Norge. Universitetet i Oslo, Paleontologisk Museum. 35 pp. (Mimeographed)
- HOLTEDAHN, O. & DONS, J. A. ed. (1966) : Geological Guide to Oslo and district (text to geological map of Oslo and district, scale 1:50000), 2nd ed., 118 pp.
- HU, C. H. (1971) : Ontogeny and sexual dimorphism of Lower Paleozoic Trilobita. *Palaeontogr. Amer.*, vol. 7, no. 44, 2-155.
- KOBAYASHI, T. (1960) : Studies on trilobites in last three decades. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 37, 230-237.
- 小林貞一(1960) : 三葉虫の自然分類について. 地質学雑, vol. 66, no. 779, 538-546.
- (1961) : 北欧の地質とオスロー地方の地質巡検—バルト楕状地とカレドニア山地とそのつながり目—. 地学雑, vol. 70, no. 3 (722), 3(105)-19(121).
- ROBISON, R. A. (1971) : Hypostoma of agnostid trilobites. *Geol. Soc. Amer., Abstr. with Programms*, 3.
- (1972) : Mode of life of agnostid trilobites. *Proc. 24th Intern. Geol. Congr. Montreal, Sect. 7, Paleontology*, 33-40.
- SHAW, A. B. (1957) : Quantitative trilobite studies, II. Measurement of the dorsal shell of non-agnostidean trilobites. *Jour. Paleont.*, vol. 31, no. 1, 193-207.
- SIMONETTA, A. (1970) : Studies on non-trilobite arthropods of the Burgess Shale (Middle Cambrian). The genera *Leanchoilia*, *Alalcomenaeus*, *Opabina*, *Burgessia*, *Yohoia* and *Actaeus*. *Palaeontogr. Italica*, vol. 46, (n. ser., vol. 36), 35-45, pls. 23-32.
- STRÜMER, W. (1964) : Einige besondere Ergebnisse der Anwendung von Röntgenstrahlen in der Paläontologie. *Dtsch. Röntgenkongress*, 1963, 23-25. Stuttgart.
- (1969) : X-ray examination of palaeontological object. *Electromedica*, 2/1969, 48-50.
- (1970) : Soft parts of cephalopods and trilobites: Some surprising results of X-ray examinations of Devonian slates. *Science*, vol. 170, no. 3964, 1300-1302.
- TOWE, K. E. (1973) : Trilobite eyes: Calcified lenses in vivo. *Science*, vol. 179, no. 4077, 1007-1009.
- WALCOTT, C. D. (1911) : Middle Cambrian Merostomata. *Smith. Misc. Coll.*, no. 57, 17-40.
- (1912) : Middle Cambrian Brachiopoda, Malacostraca, Trilobita and Merostomata. 同上, no. 57, 145-228.

(1974年4月30日受理)