最近に於ける世界湖沼學の進歩

吉 村 信 吉

(東京文理科大學地理學教室)

Recent advances in limnology.

By Sinkichi YOSHIMURA.

茲に最近と云ふ意味は日本陸水學會十週年は紀念する爲に過去 10 年即ち昭和 6 年 (1931) より昨年までと解釋した。しかしこれは日本陸水學會十週年と云ふ事を別にして世界湖沼學發達史と云ふ科學史的見地からも必しも意味のないものではない。著者は湖沼學の發達を (1) 地文學的研究時代 (1850-1905), (2) 變移時代 (1905-1920), (3) 綜合湖沼學時代 (1921 以後) の三つに分けた事があつた。1931 年以後の湖沼學の發達は綜合湖沼學時代の中にあると考へられるのであるが、細かく見るとその前期即ち 1921~1930 年とは種種な意味に於て異なつた發達をしてゐるのである。

1931 年は我國が東亞新秩序建設に向つた年であるが、湖沼學から云ふとこの以前 10 年間に湖沼學を風靡した湖沼型研究上新しい進歩を遂げた年としても記憶すべきである。THIENEMANN はドイツスダ陸水學探檢によつてこれまで研究されてゐなかつた濕潤熱帶地方の湖沼を調査し、從來同氏の主張した湖沼型に及ぼす湖盆形態の影響は二次的なものであり、氣候特に氣温が根本的意義を有つ事實を觀破し、次に述べる NAUMANN の主張をも取入れて、總ての生産が相伴つて行はれる調和湖沼型と、ある種の成分が多量の爲に生産が偏り、全體的生産が少くても二三種の生物の生産が異常に多い偏倚的性質を有つ湖とに分類した。從來の榮養鹽類の多少が湖沼型に影響すると云ふ根本概念は調和湖沼型のみ限られることに論及したのは確かに卓見としなければならない。

一方 NAUMANN は 1929 年同氏の從來の論文に發表されたのとは異なつた見地から湖沼型を分類したが、1932 年には THIENEMANN の意見を取り

入れて、これとは又若干分類の根本原理を異にする分類を発表した。NAUMANN は生産の多少によつて富栄養型と廣義の貧栄養型とを分け、後者を調和的貧栄養型と多くの非調和型とに細分したのであつた。

兩學者の新分類は 1921 年の兩氏の湖沼型の提唱が湖沼學の見方に躍進的の進歩をもたらせたのと軌を一にし、1931/32 年を境にして學史上の小境界を設けるに値する貢獻と思ふ。細かい點では意義が明かにされていない短所はあるが、其後の各國の研究では調和、非調和型湖沼の原理はよく實狀に即してゐる事が證明されたのであつた。

以上述べた大綱の外最近の湖沼學に於ては從來と異なつた幾多の新しい傾向が見られる。その二、三を述べよう。

第一は從來は湖盆錘測又は水位の記録などのやうな分野を除いては研究されてゐなかつた温帶以外の湖沼の研究が盛に行はれ出した事である。就中注意すべきは 1928~29 年に行はれたドイツスダ陸水學探検である。THIENEMANN, RUTTNER, FEUERBORN 等の學者はジャヴァ、スマトラ、バリの熱帶湖を研究し、その結果は 1931 年以後膨大な報告書として出版されつつある。この探検は熱帶に於ける最初の陸水學探検としても注意すべきものである。これらの島々にある深さ 200 m にも達するカルデラ湖は温帶の深い湖とは全く異なり、夥しい植物性プランクトンを産し、水は濁り、水色は黄緑で温帶の浅い湖のやうである。多生産と高温の深層水温との爲分解作用が盛に行はれ、水中の酸素は消費され、中には 100 m 以上に及ぶ無酸素層を生じ、それに代つて硫化水素が溶けてゐる場合が少くない。かやうに水中に於ける分解が盛な爲に堆泥中には意外にも有機物が少く、と云ふ事もある。THIENEMANN はかやうな事實から湖盆形態よりも温度の條件が生産、物質代謝乃至湖沼型に重要である事を結論したのであつた。R. WOLTERECK や W. L. TRESSLER は 1932 年フィリピン、セレベス等の熱帶湖を調査した。

これと相前後して P. M. JENKIN 女史は中央アフリカの熱帶湖を調査したが、E. B. WORTHINGTON も 1928/29 年に中央地溝帯の熱帶湖を調査し、生産は大きい、しかし擾動が大きい爲に深層まで循環してゐるのを知つた。

それらの多くは強アルカリ性を示し、數種の藍藻其他のプランクトンが夥しく繁殖してゐた。G. E. HUTCHINSON 等もトランスヴァールの浅い盆地パンを研究した。R. S. A. BEAUCHAMP は 1939 年世界の湖沼の謎である Tanganyika 湖を調査したが、100 m 以深 1435 m の底まで實に 1300 m の厚さの無酸素層を有し、死んだ介殻があるだけで期待されたやうな珍奇な生物が棲息する可能性はなくなつた。

寒帯湖の研究としては K. M. STRÖM (1934, 35) はノルウェーの高度 1400 m にあつて年中低温な亞極地性湖沼を研究した。これらは夏に於ても弱い水温並に化學成層を有つてゐない。THIENEMANN はフィンランドの寒冷な池沼を研究し光と熱とが生物に必要なであることを強調した。

高山湖についてはヨーロッパに於てはアルプス南腹ドロミーテンの湖沼をイタリー農林省水産試験場が調査し、1936 年に膨大な報告書として出版された。Lago Azzurro と云ふ小湖は高度 3050 m にあり、1931 年 9 月 2 日に表面水温 0.6°C 、3 m 1.4°C で正に寒帯湖としての成層を採つてゐることが分つた。S. LEUTELT-KIPKE は女ながらチロルの高度 2200~2400 m にある高山湖やブルガリアのルロダグの 2780~2100 m にある高山湖を調査した。

故 A. L. GAURIER はフランス側ピレネーの湖沼を研究し、死後 1934 年湖盆形態に関する報告が出版された。本書は近年に於けるフランス湖沼學の殆ど唯一の業績であつた。これらの業績と前後し 1930 年に發表された田中博士の北アルプス地方の火山性高山湖の研究によつて從來はつきりしてゐなかつた高山湖の理化學的状態は著しく明かになつて來た。

更に注意すべきは HUTCHINSON が 1932 年エール大學北部印度探検中に行つたチベット(ラダック及びルプシ)の高位(4241~5297 m)にある湖の研究であつて、1937 年に發表された。就中 Ororotse Tso は高度 5297 m にあつて、湖沼學研究の行はれたものとしては最高位の湖である。この深さ 14 m の^{カール}圈谷湖は 1932 年 7 月 11~12 日踏査當時 1 m の氷殻で覆はれ、水温は 18.5°C に於て 4.0 , pH は全層 7.1 であつた。これと他の 1 湖の外は何れも鹹湖で Tso 圈谷湖の如き鹽分が一立中 79 g の多量に達してゐたので、それ

らの水は多く pH=9 の程度の強アルカリ性を示し、酸素もよく成層してゐた。底棲動物やプランクトンも相當に多く、大抵中栄養湖と看做されるのであつた。H. C. GILSON は 1937 年 Percy Sladen 財團の補助を得て南米の 3800 m の高所にある Titicaca 湖の探検を行ひ、その結果が充分出版されない中にヨーロッパ大戦となつた。

特殊な水質を有つ非調和湖沼の研究は著しく進歩した。腐植栄養湖に対する化學的研究はこの 10 年間に始められ、G. LÖNNERBLAD (1931), F. GESSNER (1931, 34), W. OHLE (1934-38) 等の論文が發表され、腐植質の吸着作用が問題とされるやうになつた。酸性湖の中特に無機酸によるものは OHLE (1936) のドイツの煉瓦採掘所跡の小池の研究を除けば我國の學者の獨擅場で、田中、小久保、田村、高安、五十嵐、上野、宮地、根來、藤松、安齋諸氏並に著者の研究が出て、特色ある化學成分、理化學的成層、生物相、沈澱物があることが明かになつて來た。特に *Rynchosstegium*, *Aplozia* 等の蘚苔類が著しい純群叢を作ることは注意すべきである。強アルカリ性については前記 WORTHINGTON, L. C. BEADLE のアフリカ中央地溝帯の湖沼、HUTCHINSON のチベット及びロッキー山脈中のラオンタン化石湖中の Pyramid, Big Soda Lake の研究等注意すべきものがある。石灰分の多い石灰栄養型については S. STANKOVIC のユーゴスラヴィアの湖の研究があるが、STANKOVIC, HUTCHINSON, 著者の研究によつて NAUMANN の意味の石灰栄養湖はその意義が疑はれるやうになつて來た。鐵栄養湖についての NAUMANN, USPENSKI の意見については E. G. PRINGSHEIM (1934) や OHLE (1935) の實驗もあつて鐵の害作用が吟味されつつあるが、型に値するかどうかは明かになつてゐない。硫化物栄養型については N. K. DECKSBACH (1931), F. RUTNER (1931, 1936), 神保 (1939-40), 著者の研究があり、中層の水や湖底の堆泥からは赤色硫黃細菌が檢出され、他の大形生物から云へば無生物帶をなすことが明かになつた。何れにしても非調和湖沼に関する THIENEMANN-NAUMANN の意見は根本的には妥當であることが實證されるに至つた。

1931 年以後現在に至る 10 年間は國際關係が目覺しく變化した時代で、滿

洲事變を契機にして從來の國際主義は清算されて世界は數個の強大國家群に再分割され、強國間にあつた數多の小國は分割され、名のための獨立を保ち、又は強國の占領下にある。亡びた國の中ポーランド、ユーゴスラヴィア、チェツコスロヴァキア、オーストリア、エストニア、ノルウェーなどでは夫々小さいながら優秀な業績を出してゐた。この中オーストリア、チエッコスロヴァキアなどはドイツ系の學者が研究してゐたので、恐らくは元のままに進んで行くと思はれるが、他の國の湖沼學は如何になるか見當がつかない。就中ポーランドは専門の雑誌を有し、ウイグリー湖に臨湖實驗所を有ち、A. LYTINSKI, M. STANGENBERG, Z. KOZMINSKI, T. WISZINEWSKI 等の學者が優秀な論文を出してゐたのであつた。

この 10 年間の進歩を國別けにするとドイツは依然世界をリードしてゐたが、比較的と言つてイギリス、北米合衆國 ノルウェー、ポーランド、カナダ、日本、ユーゴスラヴィアの進歩が目覺しいものがあつた。殊に J. MURRAY のスコットランド湖沼群の研究以來沈滞してゐたイギリスは英國湖沼地帯を舞臺として W. H. PEARSALL, WORTHINGTON, BEAUCHAMP 等の學者の活動があり、大戰直前に發表されたタンガニカ湖の研究、ウィンダーミア湖の音響測深、氷碭の發見等劃世的のものであつた。合衆國も BIRGE, JUDAY 一派の根氣のよい研究に加へ新進學者の或は光の吸収に、或は化學成層に、或は底棲動物に夫々從來の立場を脱却しドイツをもリードしようと云ふやうな業績が出て來た。

蘇聯は量的には論文は少くなつたやうであるが Kossino 實驗所を中心とする湖沼生理に關する L. ROSSOLIMO, S. I. KUSNETZOW, G. G. WINBERG 等の研究、堆積物中の層理に對する B. W. PERFILIEV, W. B. SCHOSTAKOWITSCH の研究、バイカル湖に對する A. WERESCHAGIN の研究等皆綿密なもので根氣のよいことはその比がないと思はれる。我國も研究が近代化し、RUTTNER の云ふやうに近代的研究の行はれる國の一つに數へられるやうになつた。世界的に見ると無機酸性湖と靜振や湖流に關する研究が誇るべきものであらう。又水質の野外作業や湖盆錘測のよく行はれてゐる點でも世界無

比であらうが、未だ史的に見て世界湖沼學を指導する迄には至つてゐないと思はれる。

永く舊式研究の行はれてゐたイタリーひ部分的に近代的研究が行はれ始めたが、未だ立遅れの状態である。スウェーデンは NAUMANN の逝去後は指導的立場を失ひ、スウェーデンに於ても他國に誇るべき研究は出てゐない。フランス其他ラテン民族の國々、その植民地は相變らず業績絶無である。オランダ、ベルギーも同様な傾向がある。直接因果關係はないであらうが、第二次ヨーロッパ大戰直前の各國の軍備の狀態と湖沼學最近の傾向とが一脈相通ずる所のあるのは面白い事であると思ふ。

時間の關係で詳細に互することは不可能であるが、この 10 年間に新しい方面を開拓したと思はれるものの二三を述べよう。

湖盆の錘測は最早一段落であるが、1937 年 6 月 W. J. FARQUHARSON 海軍少佐はイギリス湖沼地帯で始めて音響測深を用ひて形態を明かにしたが、堆泥の表面の深さのみならず、反射される音波によつて岩盤やその上に堆積する氷河礫の厚さをも推定することが出来た。水力學に於ては靜振や湖流の理論的研究が A. DEFANT, 日高, 荒川, 野滿各博士等によりなされ、湖棚靜振は理論、實際兩方面から發見された。光學方面では光電池が急速に取入れられ、各深さの光度のみならず、種々の深さの濁度分布が測定され、L. V. WHITNEY はウィスコンシン湖沼に於て微成層を發見し、F. SAUBERER, RUTNER などは硫黄細菌によつてその群集する層は著しく光が吸収されるのを明かにした。水温に於ては深い温帶湖の 4° 以下の深層水温が WEREŠCAGIN, STRÖM, 著者等によつて研究され、又熱帶湖でも水温躍層が發見された。化學方面では pH, O_2 のみならず、N, P, Fe, Ca 等が數多の學者により急速に研究され、著しい進歩を遂げるに至つた。FINDENEGG 等は化學成層の成立によつて一年中循環しない湖の機構を研究し、ROSSOLIMO, 菅原博士は水中の瓦斯代謝を研究した。WINBERG は水中の O_2 の同化、消費を實驗的に研究した。又水中の微量成分の定量方法に對し多くの貢獻が行はれた。氷については松澤博士一派の地震計による研究が諏訪湖に於てなされた。

湖沼生物に於ては沿岸生物，殊に砂濱動物や植物の莖，葉の表面に附着する附着生物の研究が始められた。深底帯の群衆の研究は前から續き盛で，宮地博士，EGGLETON, K. LANG, JÄRNEFELT, RAWSON 等の研究が出てゐる。プランクトンに於ては植物性プランクトンと栄養鹽類との關係，光度と水生植物の下限深度，動物性プランクトンの晝夜移動の研究が緒に着いて來た。

湖底堆積物に於ては MORTIMER, WORTHINGTON は Windermere 湖底の 1.5 m の深さまでの試錐によつて 2 枚の氷縞を發見し，融水期後の湖盆發達を明かにした。SCHOSTAKOWITSCH は PERFILIEV の層理研究資料により過去數千年間の氣候變化を論じてゐる。KUSNETZOW, IWLEV, 菅原博士は堆泥と底層水との代謝についての研究を發表した。又スウェーデン以外の國々でも花粉分析が次第に行はれるやうになつて來た。

湖沼學は從來一部生物學，水產學，地理學者の外は餘り注意しなかつたやうに思ふが，最近 10 年間には他の學科例へば物理學，化學，地質學にも相當に認められて來たやうに思ふ。應用的に云つても從來は水產方面の外は餘り注意されなかつたが近年は土木，衛生方面の技術者も注意を拂つて來た。其他一般國民の文化に對しても相當に認められて來たことは THIENEMANN が小冊子中に述べてゐるが，我國でも從來は全然考慮されてゐなかつた方面，例へば學術研究會議，日本學術振興會，北海道，九州帝國大學の水產學科其他にも陸水學の一部としてその位置が認められ，專任の職員や委員が置かれるやうになつた。

専門雜誌も *Geologie der Meere und Binnengewässer* 一つを増し，専門の單行本としても THIENEMANN (1931, 32), NAUMANN (1932), P. S. WELCH (1935), F. R. MOULTON 編 (1939), F. STEINECKE (1940), F. RUTNER (1940), 上野 (1935), 吉村 (1937) を増加した。この總數 9 は FOREL の湖沼書 (1901) 以後 1930 年迄の 30 年間に出版された湖沼書 12 の 8 割に相當し，湖沼學が一般社會に要求されると同時に急速に普及し行くことを物語るものである。