

Rara09-04 コアの花粉化石と大型植物化石

三宅 尚

高知大学教育研究部自然科学系

百原 新

千葉大学大学院園芸学研究科

はじめに

2009年9月、本研究プロジェクトの一環として、ララ湖においてピストンコアリングによる湖底堆積物コアの採取が行われた。ララ湖ではすでに、Yasuda *et al.* (1988) による堆積物コアの花粉分析が行われ、その分析結果から完新世の植生史と気候変動について議論された。この花粉記録は完新世全体を覆う極めて重要な資料であるが、コアの採取地が湖東部の湖岸と偏った位置にある。湖岸に比べ、河川の流入・流出点から離れた湖中央部の堆積物の花粉組成は、湖内に供給された花粉が平均化されたものであり、集水域全体の平均的な植生を反映するとされる (Davis 1968, 1973)。また、中村ほか (2010) により並行して実施されている、ララ湖コアの地球化学的分析と対比して、完新世後期のモンスーンの発達史を解明するには、少なくとも数十年―百年の時間分解能で花粉化石の群集組成や沈積量の変化を追跡する必要がある。

そこで筆者らは、採取されたコアのうち、湖心に近く、最も安定した堆積環境のもとで堆積したと推定される、Rara09-04 コアの花粉分析を行った。さらに、挟在する大型植物化石を取り出し、それらの同定を行った。本報ではそれらの分析の進捗状況について述べる。

調査地

ララ湖とその周辺における地質、地形、気候、国立公園の現況などは Schilling (1996) など他の論文に詳しく、今回のボーリング調査で得られたコア試料の層相などについては別に報告されるため、ここでは森林植生の概要について述べる。

湖周辺の山麓斜面には、斜面方位とはほぼ無関係に、*Pinus wallichiana* が優勢な針葉樹林が広がる。湖岸の水面近くの湿潤な立地に *Picea smithiana* がわずかに残存する。*Picea smithiana* はまた、湖北側の沖積錐上にも比較的多い。北側斜面では、標高 3,200 m を超えると、*Abies spectabilis* が優占する針葉樹林が広範囲に分布し、*P. smithiana* のほか、*Acer sterculiaceum* や *Betula utilis* などの落葉広葉樹を混生する。標高 3,800 m を超えると、高山草原に接する場所まで、*B. utilis* の優勢な落葉広葉樹が広がる。南側斜面では、分水界となっている山稜付近まで *P. wallichiana* が優勢な針葉樹林が広がっていることが多く、稜線沿いの限られた場所に *Quercus semecarpifolia* の分布密度の高い林分がパッチ状に残存する。岩角地や尾根の乾燥した場所には、*Juniperus* の灌木

林も見られる。ララ湖の分水嶺を越えた地域の山地の南側斜面には、やや断片的ながらも、標高 3,800 m 付近まで、樹高 20 m 近い *Q. semecarpifolia* の成熟した樹林が広がる。

方法

花粉分析

タービダイト層を除くコア試料から、厚さ 1 cm を 1 試料として、ほぼ 5–10 cm の間隔において花粉分析のための試料を取り出した（計 82 試料）。花粉分析用試料（1 cm³）を、10% KOH による解膠、径 200 μm メッシュによる篩い分け、ZnCl₂ 溶液（s.g.=1.85 g/cm³）による比重分離、アセトリシス処理（Faegri and Iversen 1989）の順序にしたがって処理した。ただし、花粉濃度（個/cm³）・沈積量（個/cm²/年）を算出するため、上述の処理に入る前に、既知量のマイクロスフィア（直径 25 μm）（Ogden III 1986）を添加した。

濃集した花粉・胞子をマイクロピペットで 0.01 ml とり、スライドガラス上に滴下しグリセリンジェリーで封入した。400 倍の光学顕微鏡下でプレパラートの全面を走査し、木本花粉が 300 個以上に達するまで、花粉・胞子の同定・計数を行った。木本花粉総数を基本数として、各花粉・胞子の出現頻度を百分率で表現した。

大型植物化石の採取

花粉分析試料をコアから切り分けた際、そこに挟在する葉、種実、木材、炭片なども取り出した。取り出した植物化石試料の数は全部で 27 である。それらを蒸留水で洗浄した後、アルミホイルで包み、ビニール袋に入れて、低温冷蔵保存した。

結果と考察

花粉化石

現時点で 27 試料の花粉化石の同定・計数を完了した。主な花粉・胞子の変遷図を図 1 に示す。コア全体を通して、マツ属 *Pinus* とコナラ属 *Quercus* 花粉が多産し、モミ属 *Abies*、カバノキ属 *Betula*、トウヒ属 *Picea*、クマシデ属 - アサダ属 *Carpinus-Ostrya*、ハンノキ属 *Alnus* 花粉などが比較的高率で連続出現した。草本花粉では出現した分類群数は多いものの、イネ科 *Gramineae* とキンポウゲ科 *Ranunculaceae*（カラマツソウ属 *Thalictrum* を除く）を除き、出現率は低く断続的に産出するものが多かった。単条溝型胞子は特に下層部で高率で連続出現した。

すべての試料の検鏡を完了したわけではないので暫定的ではあるが、主な花粉・胞子の組成と出現率の垂直変化に基づき、下位より Rara09-04-I と Rara09-04-II の 2 つの局地花粉帯に分帯した。

Rara09-04-I 帯（深度 416–160 cm）：

コナラ属花粉の多産（約 48–67%）で特徴づけられる。深度 1–2 cm と 30–31 cm の層準にてソバ属花粉が 1 粒ずつ産出した。

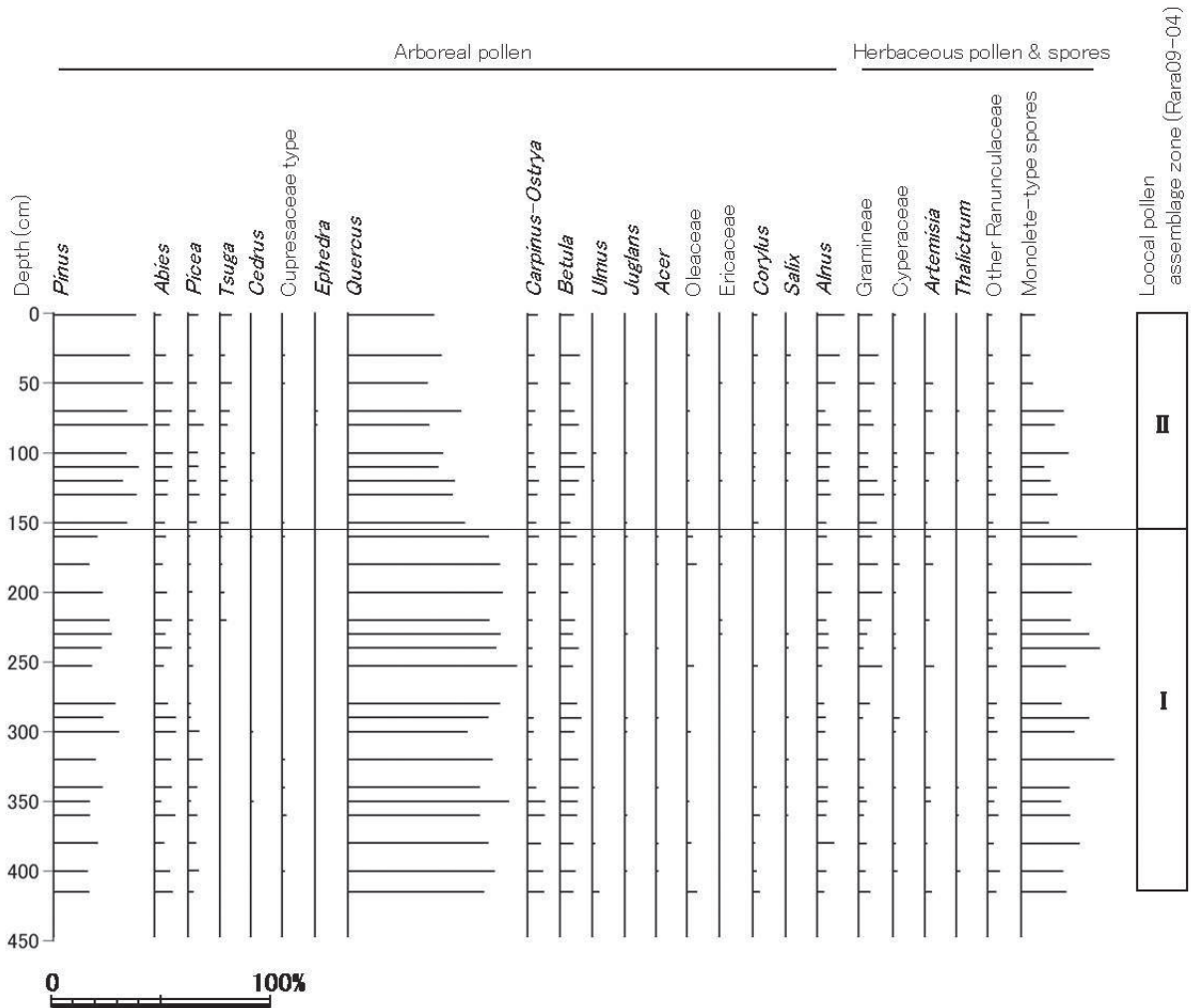


図1 Rara09-4 コアの花粉・孢子変遷図

各花粉・孢子の出現率は木本花粉総数をもとに算出した。

Rara09-04-II帯（深度150—0 cm）：

コナラ属花粉の減少とマツ属花粉の増加で特徴づけられる。ツガ属 *Tsuga* 花粉も0.7—5%で連続出現した。

Yasuda *et al.* (1988) の花粉・孢子変遷図と比較すると、Rara09-04-I帯はコナラ属花粉が多産し、ハイノキ属が産出しないことを根拠とすると、III帯の一部に対比される。Rara09-04-II帯はコナラ属の減少とマツ属花粉の増加からIV帯に対比される。数値年代によるRara09-04コアの年代はまだ明らかにされていないが、上述の対比結果に基づくと、コアの年代は古くても4,500 yrs BP程度であると推定される。

Rara09-04-I帯におけるコナラ属、マツ属およびソバ属花粉の産状は、Yasuda *et al.* (1988) が指摘したように、人間の森林干渉に起因する、湖周辺の *P. wallichiana* 優占林の成立を示すと考えられる。

出現した花粉化石の大半はマツ属とコナラ属で占められる。両属の樹種はララ湖周辺とその前後の標高域に分布する樹林の主要構成種となっている (Stainton 1972; Tabata *et al.* 1988)。中村ほか (2010) は、完新世後期の短期的なモンスーン強度の変動や夏・冬モンスーンの位相関係

Core No.	Depth (cm)	Taxon	Material
09-4-1A	2.5	Broad-leaved tree	leaf
09-4-1A	6.5	<i>Quercus semecarpifolia</i> type	leaf
09-4-1A	37	Broad-leaved tree	leaf
09-4-1A	47.5	<i>Quercus semecarpifolia</i> type	leaf
09-4-1A	54.5	Broad-leaved tree	leaf
09-4-1A	55	<i>Tsuga</i> sp.	leaf
09-4-1A	54.5	Broad-leaved tree	leaf
09-4-1A	80	Unknown	leaf
09-4-1A	83	Unknown plant fragments	-
09-4-1A	92.5	Broad-leaved tree	leaf
09-4-2A	116	<i>Tsuga</i> sp.	leaf
09-4-2A	125	Unknown plant fragment	-
09-4-2A	144	<i>Pinus</i> sp.	seed
09-4-2A	161	Broad-leaved tree	leaf
09-4-3A	171	Broad-leaved tree	leaf
09-4-3A	185	Unknown	leaf
09-4-3A	203	<i>Pinus</i> sp.	leaf
09-4-3A	222	Conifer	leaf
09-4-3A	245	Broad-leaved tree	leaf
09-4-4A	271	Broad-leaved tree	leaf
09-4-4A	291	Broad-leaved tree	leaf
09-4-4A	304	Broad-leaved tree	leaf
09-4-4A	333	Broad-leaved tree	leaf
09-4-4A	344	Broad-leaved tree	leaf
09-4-5A	366	<i>Quercus semecarpifolia</i> type	leaf
09-4-5A	402.5	Broad-leaved tree	leaf
09-4-5A	416	Unknown	fruit

表 1 Rara09-4 コアの大型植物化石

の変化を明らかにしている。この短期的な気候変動が森林植生の垂直分布にどの程度の影響を及ぼすのかは不明であるが、常緑性のコナラ属の場合、冬季の寒さに分布が規定されるため、冬季モンスーンの発達によって個体群が衰退する可能性を指摘できる。

Nakagawa *et al.* (1996) は、走査型電子顕微鏡を用い、マツ属とコナラ属数種の花粉外壁表面の微細構造を調査した。マツ属の外壁表面の微細構造がつくる彫紋は、*Pinus roxburugi* が明瞭なしわ状紋 (rugulate) であるのに対し、*P. wallichiana* は平滑あるいは弱いしわ状紋であったとされる。コナラ属の彫紋は、*Q. semecarpifolia* が微小突起状紋 (scabrate)、アラカシ *Q. glauca* が極微小突起状紋 (microscabrate) であるのに対し、それ以外 (*Q. incana* と *Q. lanuginosa*) は極いぼ状紋 (microverrucate) —微小突起状紋であったとしている。

外壁表面構造の種内変異 (例えば、牧野ほか 2009; Solomon 1983a, 1983b) に留意する必要があるものの、今後、外壁表面構造の観察を通して、マツ属とコナラ属花粉をより下位の分類単位で同定することで、各樹種の垂直的な分布域の変動を定量的に把握することができ、中村ほか (2010) の気候変動を示すアナログとの比較が可能となる。

大型植物化石

大型植物化石 27 試料の同定結果を表 1 に示す。広葉樹の葉が多く産出し、マツ属の一種の葉と種子、ツガ属の一種の葉も数層準で出現した。広葉樹の葉のうち、2 次脈が 2 つに分枝する特徴をもつものを *Quercus semecarpifolia* 型とした。*Q. semecarpifolia* 型は深度 6.5、47.5 および 366 cm の 3 つの層準で確認した。

取り出した試料の大部分は葉であるが、コア試料に挟在する葉化石は打ち抜かれて断片化した状態で産することが多く、同定には困難をとまなう。今後、他の試料も含め、それらの葉脈や表皮細胞の詳細な形態観察に基づき、より下位の分類単位での同定を可能な限り進める予定である。

【引用・参考文献】

- Davis, M.B. (1968) Pollen grains in lake sediments: Redeposition caused by seasonal water circulation. *Science* 162: 796-799.
- Davis, M.B. and Brubaker, L.B. (1973) Differential sedimentation of pollen grains in lakes. *Limnology and Oceanography* 18: 635-646.
- Fægri, K. and Iversen, J. (1989) *Textbook of pollen analysis*, 4th edn. (revised by K. Fægri, P.E. Kaland and K. Krzywinski). 328 pp. John Wiley & Sons, London.
- 牧野真人・林 竜馬・高原 光 (2009) 「走査電子顕微鏡によるコナラ属の花粉形態」『京都府立大学学術報告 生命環境学』(61) :53-81.
- Nakagawa, T., Yasuda, Y. and Tabata, H. (1996) Pollen morphology of Himalayan Pinus and Quercus and its importance in palynological studies in Himalayan area. *Review of Palaeobotany and Palynology* 91: 317-329.
- 中村淳路ほか 13 名 (2010) 「ネパール、ララ湖堆積物コアを用いた完新世におけるアジアモンスーンの復元」『日本地球惑星科学連合 2010 年大会講演予稿集 (CD-ROM 版)』.
- Ogden III, J.G. (1986) An alternative to exotic spore or pollen addition in quantitative microfossil studies. *Canadian Journal of Earth Science* 23: 102-106.
- Schilling, T. (1996) Conservation in Nepal III: Rara National Park. *Curtis's Botanical Magazine* 13: 96-104.
- Solomon, A.M. (1983a) Pollen morphology and plant taxonomy of white oaks in eastern north America. *American Journal of Botany* 70: 481-494.
- Solomon, A.M. (1983b) Pollen morphology and plant taxonomy of red oaks in eastern north America. *American Journal of Botany* 70: 495-507.
- Stainton, J.D.A (1972) *Forests of Nepal*. 181 pp. John Murray Ltd., London.
- Tabata, H., Tsuchiya, K., Shimizu, Y., Fujita, N., Matsui, K, Koike, F. and Yumoto, T. (1988) Vegetation and climatic changes in Nepal Himalayas I. Vegetation and climate in Nepal Himalayas as the basis of palaeoecological studies. *Proceedings of the Indian National Science Academy* 54: 530-537.
- Yasuda, Y. and Tabata, H. (1988) Vegetation and climatic changes in Nepal Himalayas II. A preliminary study of the Holocene vegetational history in the Lake Rara national park area, west Nepal. *Proceedings of the Indian National Science Academy* 54: 538-548.