

## 古琵琶湖層群の植物相の変遷

木田 千代美\*

## はじめに

第四紀の日本列島における植物相や植生の変遷過程は、これまでは主に気候変化と関連づけられて議論されてきた。最近では、構造運動や氷河性海水準変動による山地の隆起や水域の拡大縮小など地形環境の変化も、植物の分布に大きな影響を与えたのではないかとされている(百原, 1993, 1996)。

琵琶湖周辺の近江・上野盆地に発達する古琵琶湖層群は、鮮新統～更新統の河川や湖沼域に堆積した陸成層である。地層中からは、貝類や魚類などの淡水生物をはじめ、ほ乳動物や大型植物など陸上生物の化石が豊富に産出する。古生物の埋積環境は、湖沼を中心とした堆積盆地内に閉じられており、堆積物の供給先範囲も限られ、古地形の変化にともなう生物相の変化が対比されやすいと思われる。

本稿では、植物の変遷と植物の生育環境である湖沼環境の変化との関係について考察する。

## 地質および層序

古琵琶湖層群は、上野盆地周辺地域、湖東～湖南地域、湖西地域にわかれて分布し、その積算層厚は1500 m以上に達する。礫・砂・シルト・粘土層からなり、鍵層となる100枚以上の火山灰層やしばしば亜炭層を挟む。一般に北～北西に傾斜し、南から北にむかって上位の地層が分布する。

層相に基づき下位から上野累層、伊賀累層、阿山累層、甲賀累層、蒲生累層、草津累層、膳所累層、堅田累層および高島累層に区分されている(Takaya, 1963. Yokoyama et al., 1977. Kawabe, 1989)。

## 植物化石群

古琵琶湖層群における大型植物化石の報告は、Miki (1938, 1941, 1950, 1952, 1955, 1956)からはじまり、Takaya (1963)によって、産出植物化石の層位的位置づけがされた。

同層群の植物化石群は、市原(1960)で定義づけら

れたメタセコイア *Metasequoia*, スイショウ *Glyptostrobus*, セコイア *Sequoia*, オオバタグルミ *Juglans cinerea* var. *megacineria*, オオバラモミ *Picea koribai*, フウ *Liquidambar*などで構成されるメタセコイア植物群とミツガシワ *Menyanthes trifoliata*, チョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis*などの第四紀寒冷型の植物群で特徴づけられる(古琵琶湖団体研究グループ, 1977, 1981, 1983, 1992)。伊賀累層, 上野累層, 阿山累層, 甲賀累層, 蒲生累層からは、メタセコイア植物群が見られ、それらの構成植物の減少とともに、蒲生累層, 草津累層からは、第四紀型の寒冷気候を示す植物が混在し、堅田累層ではメタセコイア植物群が見られないとされる(市原ほか, 1988. 林, 1974)。

最近、高島累層の層序については、その一部が古琵琶湖層群とは別の独立した小盆地に堆積した上部鮮新統(畑層)である(木谷ほか, 1992)と指摘されたり、下位の白土谷部層は、膳所累層下部に対比される(山崎ほか, 1996)見解が出されている。白土谷部層からは、メタセコイアの花粉化石が報告されており(山崎ほか, 1996)、メタセコイア植物群の消滅時期が堅田累層下部になる可能性がでてきた。ただし、大型植物化石として、メタセコイアはこれまで報告されていない。

## 植物相の変遷

市原(1960)で定義されたメタセコイア植物群は、層序学的な意味を持つが、時代や地域によって違いが見られる種組成や形状をもつ植物相を示していない。

下位の上野・伊賀累層下部から産出する主な植物化石は、セコイア *Sequoia sempervirens*, メタセコイア *Metasequoia disticha*, スイショウ *Glyptostrobus pensilis*, フウ *Liquidambar formosana*, ヌマミズキ属 *Nyssa*, カリヤクルミ属 *Carya*, チャンチンモドキ *Choerospondias axillaris*, クスノキ科 *Lauraceae*, アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis*, ヒイラギ属 *Osmanthus*, ツ

ゲ属 *Buxus* などであり、フジイマツ *Pinus fujii*, マンサク科 *Distylopsis* 属, 水生植物のシキシマミクリ *Sparganium protojaponicum*, シキシマコウホネ *Nuphar akashiensis* などの絶滅種を含む (Miki, 1941, 奥山, 1981-1990. 塚越・服部川足跡調査団, 1996). これらは, 第三紀の植物群要素である落葉針葉・広葉樹と常緑広葉樹で構成される暖帯型の植物相を示している.

阿山・甲賀累層および蒲生累層下部では, メタセコイア *Metasequoia disticha*, トウヒ属 *Picea*, モミ属 *Abies*, ツガ *Tsuga rotundata*, ネズコ *Thuja standishii*, ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*, フウ *Liquidambar formosana*, ハンノキ *Alnus japonica*, エゴノキ *Styrax japonica* など, 暖温~温帯型の常緑針葉樹や落葉広葉樹が産出している (Miki, 1957, Takaya, 1963, 川辺, 1981). 上野累層で見られたヌマミズキ属 *Nyssa*, カリヤクルミ属 *Carya*, チャンチンモドキ *Choerospondias axillaris*, クスノキ科 Lauraceae, アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis* など暖帯型の植物相は見られない.

蒲生・草津累層では, 阿山・甲賀累層から引き続くメタセコイア *Metasequoia disticha*, スイショウ *Glyptostrobus pensilis*, フウ *Liquidambar formosana*, ハンノキ *Alnus japonica*, エゴノキ *Styrax japonica* などのほか, オオバラモミ *Pinus koribai*, イヌカラマツ *Pseudolarix kaempferi*, オオバタグルミ *Juglans cinerea* var. *megacineria*, コナラ属 *Quercus*, ヒメブナ *Fagus microcarpa* などが産出する. 常緑および落葉針葉樹と落葉広葉樹の混合林で温帯型の植物相を示す. 蒲生累層最上部以降ヒメバラモミ *Picea maximowiczii*, ミツガシワ *Menyanthes trifoliata* など寒冷型の植物もみられる (古琵琶湖団研, 1983, 山川, 1993, 木田, 1994). これらは, 河川の後背湿地から丘陵地に繁茂していたと考えられ, 特に湖東地域では, 愛知川化石林 (1993) に見られるような森林が形成されていた.

上位の堅田累層の大型植物化石は, これまで見られた第三紀の植物群要素であるメタセコイア *Metasequoia disticha*, スイショウ *Glyptostrobus pensilis* などは産出せず, ツガ *Tsuga sieboldii*, トガサワラ属 *Pseudotsuga*, オニクルミ *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana*, シキシマサワグルミ *Pterocarya paliurus*, ヒメブナ *Fagus microcarpa*, シリプトビシ *Trapa macropoda* などが産出する. またチョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis*, ミツガシワ *Menyanthes trifoliata* など寒冷型の植物とシキシマハマナツメ *Paliurus nipponicus* など温暖型の植物が含まれる (林, 1974. 琵琶湖自然史研究会, 1983, 1987), 現在の植物相と異なる第四紀の植物群要素であり, 寒冷型と温暖型の植物相が見られる.

上野累層, 阿山・甲賀累層, 蒲生累層, 堅田累層から産出する古植物相 (Paleo-Flora) は, 那須 (1972) による鳥ヶ原フローラ, 甲賀フローラ, 泉南・茨木・高槻フローラ, 西山フローラに相当すると思われる. また, 鈴木・那須 (1988) による日本の鮮新-更新統の植物化石分帯 *Metasequoia - Glyptostrobus - Nyssa* zone, *Metasequoia - Juglans cinerera* var. *megacineria* - *Fagus microcarpa* zone, *Metasequoia - J. mandshurica - Menyanthes trifoliata - Pinus koraiensis* zone, *Fagus crenata - J. ailanthifolia - Tsuga diversifolia* zone は, それぞれ上野累層, 阿山~蒲生累層, 草津累層, 堅田累層上部の化石分帯に対比される.

次に, 化石植物の層位分布を見ると, 植物の出現と消滅には以下のような傾向が見られる. すなわち, 個々の化石植物の層位分布は漸次的であるが, 植物相としては段階的な変化が見られる (表1).

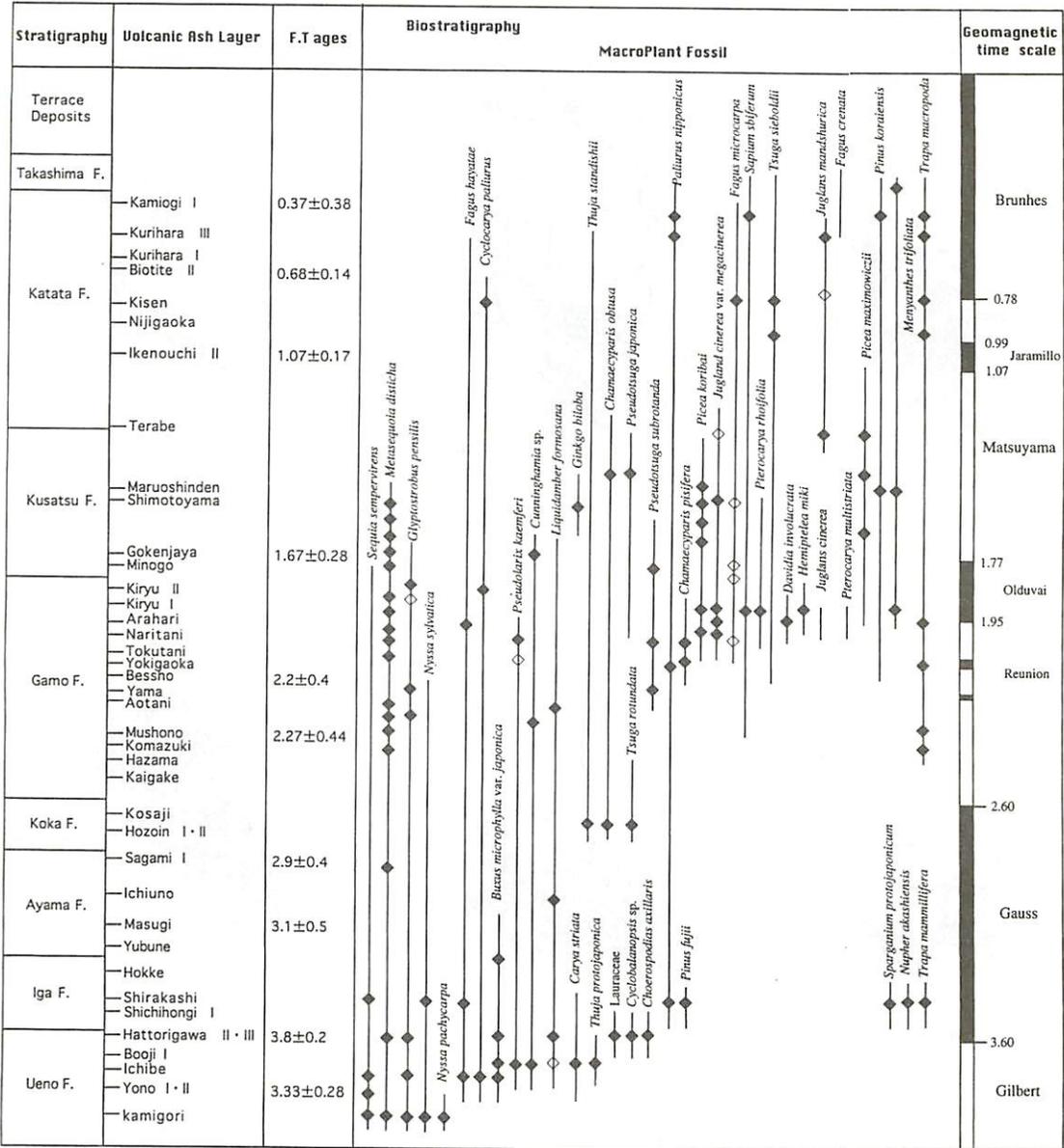
第1段階: 約330万年前, フジイマツ *Pinus fujii*, ヌマミズキ属 *Nyssa*, カリヤクルミ属 *Carya*, チャンチンモドキ *Choerospondias axillaris*, クスノキ科 Lauraceae, アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis* など, いわゆる第三紀に繁茂した亜熱帯~暖帯性の植物が消滅する.

第2段階: 約200万年~170万年前, セコイア *Sequoia sempervirens*, スイショウ *Glyptostrobus pensilis*, フウ *Liquidambar formosana*, イチョウ *Ginkgo biloba* など多くの種が消滅し, オオバラモミ *Pinus koribai*, ヒメバラモミ *Picea maximowiczii*, ミツガシワ *Menyanthes trifoliata*, ナンキンハゼ *Sapium sebiferum* var. *pleistocae* など新たな種が出現している.

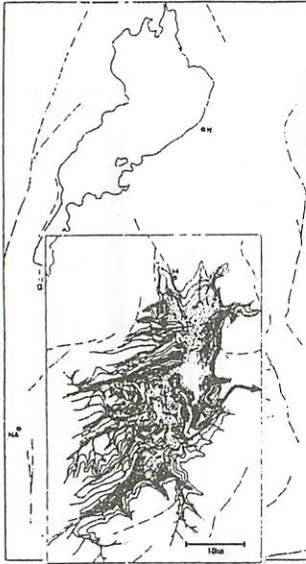
第3段階: 約110万年前, メタセコイア *Metasequoia disticha*, イヌカラマツ *Pseudolarix kaempferi*, オオバラモミ *Pinus koribai*, オオバタグルミ *Juglans cinerea* var. *megacineria* などが消滅し, ツガ *Tsuga sieboldii*, オニグルミ *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana*, シキシマサワグルミ *Pterocarya paliurus*, ヒメブナ *Fagus microcarpa*, シリプトビシ *Trapa macropoda*, チョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis*, ミツガシワ *Picea maximowiczii*, シキシマハマナツメ *Paliurus nipponicus* など現在の植物相とは異なる第四紀の植物相を形成する.

古琵琶湖層群と層序対比ができる大阪層群においても, 段階的な植物相の変化がある. 1) 後期鮮新世約300万年前~250万年前, 2) 鮮新・更新世境界の約160万年前, 3) 前期更新世後半約110万年前から80万年前, 4) 中期更新世後半約30万年前以降最終氷期までの4回とされ (Momohara, 1992, 1994), 古琵琶湖層群の場合もほぼ同時期に植物相の変化を示している.

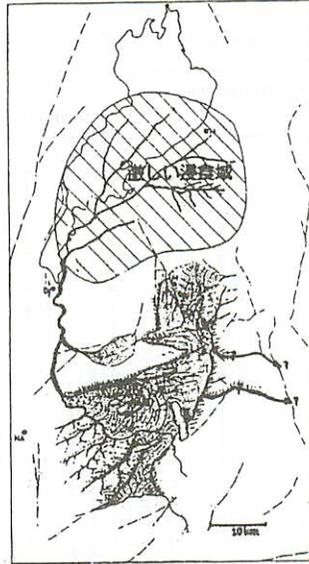
表1 古琵琶湖層群産大型植物化石の層位分布



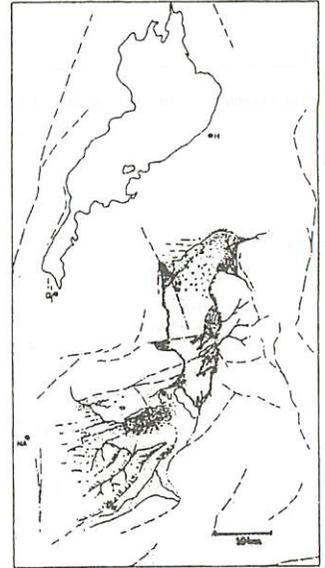
Miki (1938, 1941, 1948, 1950, 1952, 1955, 1956, 1957, 1958, 1961, 1970), 中沢・石田 (1954), Takaya (1963), 横山・西山田研グループ (1969), 林 (1974), Yokoyama et al. (1977), 川辺 (1981), 奥山 (1981-1990), 古琵琶湖団体研究グループ (1977, 1981, 1983, 1992), 琵琶湖自然史研究会 (1983, 1987), 山川 (1991), 木田 (1994), 塚越 (1996) のデータに基づく。



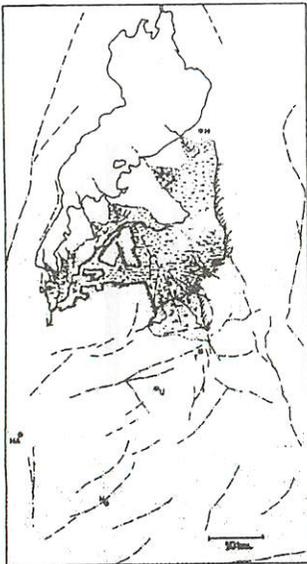
上野累層上部堆積期  
(約 330 万年前)



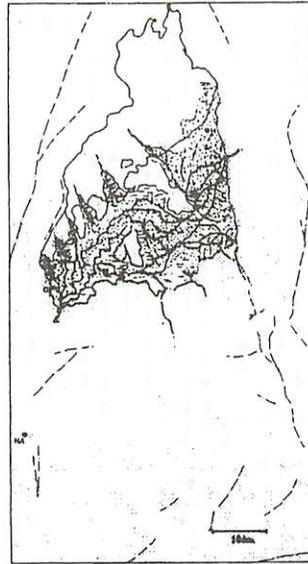
伊賀累層下部堆積期  
(約 320 万年前)



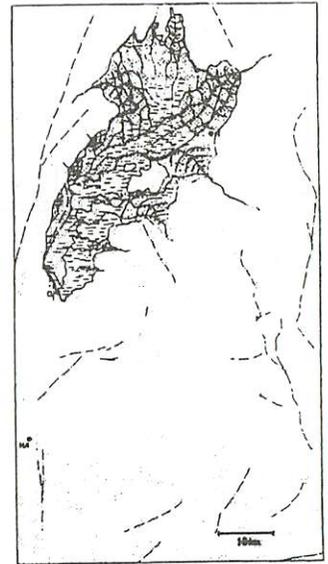
阿山累層堆積期  
(約 300 万年前)



蒲生累層下部堆積期  
(約 240 万年前)



草津累層下部堆積期  
(約 140 万年前)



堅田累層下部堆積期  
(約 100 万年前)

図1 古琵琶湖の発達史 (川辺, 1994 の古地理図を修正)

## 考 察

川辺 (1994) による古琵琶湖の発達史 (図1) と植物相の変化 (表1) を対比させると次のような関係がある。

約380万年前、三重県上野市大山田地域で浅い湖が形成され、盆地内には河川が流入する沖積平野が存在したが、その後、砂礫が湖を埋め立て、氾濫原が広がる (上野～伊賀累層堆積期)。湖 (大山田湖) 環境から氾濫原へととなる約330万年前、水生植物シキシマミクリ *Sparganium protojaponicum*, シキシマコウホネ *Nupher akashiensis* をはじめ、ヌマミズキ属 *Nyssa*, カリヤクルミ属 *Carya* などが消滅した。同時に気候の寒冷化によりチャンテンモドキ *Choerospondias axillaris*, クスノキ科 *Lauraceae*, アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis* など暖帯性植物も姿を消す。

約300万年前、再び大山田・阿山地域に安定した湖が広がった (阿山累層～甲賀累層堆積期)、次第に浅く湿地化し、さらに鈴鹿山脈の上昇によって湖東地域の陸化が進む (蒲生累層～草津累層堆積期)。蒲生沼沢地群が広がる約200万年前～170万年前、河川の氾濫が起きる沖積平野にはメタセコイア *Metasequoia disticha*, ハンノキ *Alnus japonica* のようなバイオニア的な植物群落 (百原ほか, 1993) が形成されていた。陸化が進む地域では愛知川化石林が示すような森林が繁茂し、平野部～丘陵部では針葉・落葉広葉樹の混合林を主体とする暖温～温帯の植物相が存在していたと考えられる。その中で、暖温帯のスイショウ *Glyptostrobus pensilis*, フウ *Liquidambar formosana* などが消滅し、ヒメバラモミ *Picea maximowiczii*, ミツガシワ *Menyanthes trifoliata* などが出現する。

約110万年前 (草津～堅田累層下部堆積期)、鈴鹿山脈の上昇に伴い沼沢地が埋積し、再び水域が現在の湖西地域に広がり始める。これまで再度の寒冷化する気候に生き延びていた暖温帯のメタセコイア *Metasequoia disticha*, イヌカラマツ *Pseudolarix kaempferi* などの植物も、適した生育地の縮小に伴い消滅する。一方ではヒメバラモミ *Picea maximowiczii*, ミツガシワ *Menyanthes trifoliata*, チョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis* など約170万年以降出現し始めた冷温～寒冷帯に適した植物相が形成される。またオオバタグルミ *Juglans cinerea* var. *megacinerea* からオニグルミ *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana* へなど種の交代がみられる。

このように、古琵琶湖の堆積盆地が移動し、その中で湖の誕生と消滅が繰り返されてきた。植物の生育地域が水域から陸地へあるいは逆に変化することは、気候変化とともに植生および植物相を変化させると考えられる。さらに、植生変化だけでなく植物の生存にも影響する可能性をもつと思われる。

## おわりに

以上のことから、植物の消滅および出現という植物相の変化は、気候のほか生育地の環境変化も大きく関与していると考えられる。このことを考慮し、今後花粉化石のデータも加え、総合的に植物相の変遷や古植生を考えていく必要がある。

## 文 献

- 琵琶湖自然史研究会, 1983, 大津市仰木町の堅田累層産化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, 10, 117-142.
- , 1987, 琵琶湖南西岸の古琵琶湖層群の淡水水生化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, 13, 57-103.
- 愛知川産化石林調査団, 1993, 愛知川化石林. 琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告, 1, 129.
- 林 隆夫, 1974, 堅田丘陵の古琵琶湖層群. 地質学雑誌, 80, 261-276.
- 市原 実, 1960, 大阪, 明石地域の第四紀層に関する諸問題. 地球科学, 49, 15-25.
- 吉川周作, 亀井節夫, 那須孝悌, 1988, 近畿地方の第四紀層の層序区分. 地質学論集, 30, 111-125.
- Kawabe, T., 1989, Stratigraphy of the lower part of the Kobiwako Group around the Ueno basin, Kinki district, Japan. Jour.Geosci.Osaka City Univ., 32, (3), 39-90.
- 川辺孝幸, 1981, 琵琶湖東方, 阿山・甲賀丘陵付近の古琵琶湖層群. 地質学雑誌, 87, 457-473.
- , 1994, 琵琶湖のおいたち. 琵琶湖の自然史. 340p., 25-72.
- 木田千代美, 1994, 多賀町四手の古琵琶湖層群より産出した大型植物化石. 多賀町教育委員会, 多賀町文化財・自然誌調査報告書, 4, 51-56.
- 木谷幹一, 松原久, 植村善博, 1992, 滋賀県高島町畑における古琵琶湖層群の層準と堆積環境. 第四紀研究, 31, 2, 113-116.
- 古琵琶湖団体研究グループ, 1977, 水口丘陵西部の古琵琶湖層群. 地球科学, 31, 3, 115-129.
- , 1981, 瀬田・石部地域の古琵琶湖層群. 地球科学, 35, 1, 26-40.
- , 1983, 水口丘陵・瀬田～石部地域の古琵琶湖層群. 日本の鮮新・更新統, 地団研専報, 25, 67-77.
- , 1992, 大津・石山地域の古琵琶湖層群. 地球科学, 46, 3, 221-234.
- Miki, S., 1938, On the change of flora of Japan Since the upper Pliocene and the flora composition at the present. Jap.Jour.Bot., 9, 213-251.
- , 1941, On the change of flora in Eastern Asia since Tertiary Period (I). Jap. Jour. Bot., 9, 237-303.
- , 1950, Taxodiaceae of Japan, with Special

- Reference to its Remains. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 1, 63-77.
- , 1952, Trapa of Japan, with Special Reference to its Remains. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 3, 1-30.
- , 1955, Nut Remains of Juglandaceae in Japan. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 6, 131-144.
- , 1956a, Endocarp Remains of Alangiaceae, Cornaceae and Nyssaceae. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 7, 275-295.
- , 1956b, Seed Remains of Vitaceae in Japan. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 7, 247-271.
- , 1957, Pinaceae of Japan, with Special Reference to its Remains. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 8, 221-272.
- , 1958, Gymnosperms in Japan, with Special Reference to its Remains. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 9, 125-150.
- , 1961, Aquatic Flora Remains in Japan. Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ., Ser.D, 12, 91-121.
- 三木 茂, 1948, 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて. 鉱物と地質, 9, 105-144.
- , 1970, 鮮新世以来の邦産クスノキ科植物. 武庫川女子大学紀要 (自然科学), 18, 231-248.
- Momohara, A., 1992, Late Pliocene plant biostratigraphy of the Lowermost Part of the Osaka Group, Southwest Japan, with reference to extinction of plants. Quaternary Research, 31, 77-89.
- , 1994, Flora and paleoenvironmental history from the late Pliocene to middle Pleistocene in and around central Japan. Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 108, 281-293.
- 百原 新, 1993, 近畿地方とその周辺の大型植物化石相, 市原実編著:大阪層群, 創元社, 340p.,256-270
- , 1996, 第四紀の日本列島地形形成と植物の絶滅・進化.
- 百原 新, 印開蒲, 山川千代美, 古明選, 1993, 中国湖北省利川市のメタセコイア自生地. 植生史研究, 1, 2, 73-80.
- 中沢圭二, 石田志郎, 1954, 瀬田川河床の化石林. 地学研究, 11, 138-143.
- 那須孝悌, 1972, 第四紀の日本列島生物相. 生物科学, 24, 1, 1-10.
- 奥山茂美, 1981-1990, 伊賀盆地化石集. 1-10.
- 鈴木敬治・那須孝悌, 1988, 日本の鮮新-更新統の植物化石による分帯. 地質学論集, 30, 169-180.
- Takaya, Y., 1963, Stratigraphy of Paleo-Biwa Group and paleogeography of Lake Biwa with special reference to the origin of the endemic species in Lake Biwa. Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ., B, 30, 81-119.
- 塚越 実, 1996, 古琵琶湖層群上野累層の足跡化石-植物化石. 服部川足跡化石調査団編, 53-54.
- 山川千代美, 1993, 愛知川化石林にともなう植物化石. 琵琶研報, 1, 57-65.
- 山崎博史, 吉川周作, 此松昌彦, 三矢信昭, 1996, 古琵琶湖層群高島累層白土谷部層の地質年代. 地質学雑誌, 102, 4, 303-311.
- 横山卓雄, 西山団研グループ, 1969, 大津市, 瀬田川西岸の古琵琶湖層群の層位について. 大阪層群総研連絡紙, 4, 35-37.
- Yokoyama, T., Takemura, K., Matsuoka, K., 1977, Preliminary Report on the Takashima Formation, Uppermost part of the Kobiwako Group, Plio-Pleistocene Sediments around Lake Biwa, Japan. Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene, 5, 54-64.

#### Abstract

The relation between the floral and the environmental change around paleo-lake Biwa is considered from the late Pliocene to the early Pleistocene Kobiwako Group. During the age, three times of the floral changes occurred stepwise: about 3.3Ma., the first paleo-lake in the Oyamada area was disappeared, water plants including *Sparganium protojaponicum*, *Nuphar akashiensis* and warm-temperate elemental plants including *Nyssa* sp., *Carya* sp., Lauraceae, *Cyclobalanopsis* sp. were extincted; 2.0-1.7Ma., after the second paleo-lake in the Ayama and Koga area was disappeared, the marsh and swamp were appeared widely in the Gamo area. The pioneer plant assemblage including *Metasequoia disticha*, *Alnus japonica* existed. Then, warm- and Middle-temperate elemental plants including *Glyptostrobus pensilis*, *Liquidambar formosana* were extincted, and cool-temperate elemental plants including *Picea maximowiczii*, *Menyanthes trifoliata* were existed; 1.1Ma., the widely marsh and swamp were buried, the sedimentary basin expanded in the Katata area. Some plant species including *Metasequoia disticha*, *Pseudolarix kaempferi* became extinct, cool-temperate elemental plant became increase. The existence and extinction of plant is influenced by not only paleoclimatic change but also environment change.