

森林の荒廃が文明の盛衰に及ぼす影響の比較生態史的研究

Palaeoecological study of the relationship between the deforestation and the decline of the ancient civilizations

代表研究者	広島大学総合科学部助手 Instructor, Faculty of Integrated Arts and Sci., Hiroshima Univ. Yoshinori YASUDA	安田 喜憲
協同研究者	広島大学総合科学部助教授 Assoc. Prof., Faculty of Integrated Arts and Sci., Hiroshima Univ. Yoshitaka FUKUOKA	福岡 義隆
	京都大学理学部助教授 Assoc. Prof., Faculty of Sci., Kyoto Univ. Hideo TABATA	田端 英雄
	広島工業大学講師 Lecturer, Hiroshima Inst. of Tech. Yuzo SUGA	菅 雄三

The forest of the temperate zones have been severely cleared by the activities of prehistoric and historic man. It is supposed that this forest destruction might have influenced the rise and fall of the ancient civilizations producing climatic deterioration and acceleration of soil erosion. This study aims to clarify the history of forest clearing in relation to the rise and fall of ancient civilizations in the temperate zones of Euroasia using the technique of pollen analysis.

Palaeoecological field surveys were conducted from June 1983 to December 1984 in China, Thailand, Nepal, India, Pakistan, Greece and Turkey. Using field surveys, following three topics will be explained.

1) Holocene vegetational history in Himalayan mountains in relation to the rise and fall of civilizations in Monsoon Asia.

Field surveys of Nepal are conducted around Lake Rara ($29^{\circ}32'N$. $82^{\circ}7'E$) which is located at 3000 m above sea level. The location of Lake Rara is shown in Fig. 1. We would able to get good samples from the bottom of this lake using Livingston Sampler.

The results of pollen analyses of the cores taken from Lake Rara indicate the following vegetational and climatic changes for the last 10,000 years.

ca. 10,000–8,500 years B.P.; <i>Abies</i> and <i>Pinus</i> age	cold
ca. 8,500–3,500 years B.P.; <i>Quercus</i> age	warm
ca. 3,500–present; <i>Pinus</i> , <i>Abies</i> and <i>Quercus</i> age	cool

Singh *et al.* (1972) explained the results of pollen analyses from the three salt lakes in the Rajasthan desert (Fig. 4). They indicated the following climatic changes;

Before ca. 10,000 years; <i>Typha angustata</i> absent	very dry climate
ca. 10,000–3,500 years B.P.; <i>Typha angustata</i> dominant	moist climate
After 3,500 years B.P.; <i>Typha angustata</i> absent	dry climate

According to these results of pollen analyses, Singh *et al.* (1972) explained a drying in the climate after 3,500 years B.P.

The climatic changes especially those relating to humidity around 3,500 years B.P. which are introduced from the results taken from the Rajasthan desert show the correlative tendency to the results obtained from Lake Rara (Fig. 5). This correlation between the Himalayan mountains and Rajasthan desert will be explained by the following model of general circulation of the atmo-

sphere. Yasunari *et al.* (1983) and Asakura (1985) indicate that the monsoon is active when the Himalayan mountains are exposed to warm and dry climate. On the other hand monsoon is dormant when the Himalayan mountains are exposed to cold and moist climate. According to this model of general circulation of the atmosphere, it can be said that from 8,500 to 3,500 years B.P., the Himalayan mountains were exposed to warm climate, so that the monsoon was active favoring rainfall to the Rajasthan desert. After 3,500 years B.P., the Himalayan mountains were exposed to cool climate, hereby monsoon became dormant. Owing to this dormant of the monsoon, precipitation in the Rajasthan desert decreased by more than 250 mm in comparison to that of the previous period. This climatic deterioration might have given a fatal blow to the fall of the Indus civilization.

2) Forest denudation and advance of the shoreline in Minor Asia

After the Hellenistic time, the shoreline of Minor Asia rapidly advanced. Owing to this rapid advance of the shoreline, ancient port towns like Ephesus, Miletus were abandoned. Many archaeological studies explain that the loss of function as a port was one of the important causes for the fall of ancient cities in Minor Asia. However, it is not yet clear why rapid advancement of the Shoreline appeared after the Hellenistic time. In order to clarify this cause of the rapid advance of shoreline after the Hellenistic time, we studied about the vegetational history of Minor Asia.

The result of pollen analysis from the Civril Moor ($38^{\circ}15'N$. $29^{\circ}55'E$) in the southwestern part of Turkey (Fig. 1), explains the history of forest clearance in Minor Asia (Fig. 7). Before 4,000 years B.P., deciduous oak and pine pollen show high values indicating that the mixed forest of deciduous oak and pine expanded widely prior to the opening of the forest clearance. After 4,000 years B.P., oak pollen decline and Compositae, *Artemisia*, Gramineae, *Plantago*, *Rumex* and *Olea* rapidly increase. This change of pollen flora shows that the deciduous oak forest was cleared by the agricultural activities which accompanied live-stock farming.

Especially from the Hellenistic time to the time of Roman Empire, the forest surrounding the Civril Moor was severely destroyed. Kraft *et al.* (1977) explained that the shoreline of Minor Asia rapidly advanced after Hellenistic time (Fig. 6). This advance of the shoreline buried harbours and provided a serious obstacle to ancient cities. The time of the beginning of rapid advancement of the shoreline in the downstream area almost corresponds to the opening of the severe forest destruction in the upstream area. According to this correlation, it is supposed that the rapid advancement of the shoreline after the Hellenistic time was caused by severe forest destruction of the upstream basin.

After the severe forest destruction from the Hellenistic time to the time of the Roman Empire, the sedimentary environment of the Civril Moor changed from lake to moor. This was caused by the acceleration of soil erosion which was due to the frost clearance. After the damming up of the lake and appearance of the moor, the evidence of human activities in the pollen diagram became weak. That is; pollen of Gramineae, Compositae, *Artemisia* and *Plantago* decrease and pine pollen increase suggesting the regeneration of the pine forest. Since this time (*ca.* AD 0 years), the Civril area was only sparsely populated until 1956 when the draining of the moor was conducted to eradicate malaria. People lived in the mountains to escape the malaria. It is supposed that severe forest destruction after the Hellenistic time brought misfortunes not only to the daily life of upstream people producing the habitat in the moor which suited mosquito, but also to the daily life of downstream people filling up the port thus providing a serious obstacle to the function of ancient port towns. Several occurrences of malaria and rapid burying of the harbour provided the fatal blow in the fall of the ancient Minor Asian civilization.

3) Mechanism of the deforestation in Greece

The present coastal area of Greece is covered by the devastated landscape named as macchie and phrygana (Fig. 8) which are mainly composed of *Quercus coccifera*, *Juniperus communis*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus andrachne*, *Pistacia lentiscus*, *Paliurus spina-cristata*, *Pyrus spinosa*, *Erica arborea*, *Laurus nobilis* and *Olea europaea*. These devastated landscapes were created by man's forest clearing.

Fig. 9 shows the pollen diagram from the Korone Moor ($39^{\circ}17'10''N$. $20^{\circ}32'20''E$) in Greece (Fig. 1). A 16.6 m core covers the vegetational history for the last 6400 years. From 6400 to 6000

years B.P., *Alnus* and *Quercus cerris* and *Q. robur* type pollen show high values together with Gramineae, Cyperaceae, Umbelliferae, *Typha* and *Sparganium*. It indicates that *Alnus glutinosa* forest developed in a marginal area of the low moor which is dominated by *Phragmites* and *Cyperus* before 6,000 years B.P. The mountainous slope surrounding moor was densely covered by the deciduous oak forest. After that time, *Alnus* pollen suddenly declined and *Pinus*, *Buxus*, *Abelia*, *Vitis*, *Parthenocissus*, *Rhus* and Ericaceae which are main elements of macchie increased upward. Grass pollen like *Polygonum*, *Plantago*, *Ranunculus*, *Cucumis*, *Vitis* and Labiateae which are man induced plants rapidly increase together with charcoal. It should notice that the frequency peaks in charcoal occurrence correspond with the low frequency values of oak pollen (Fig. 10).

The late Neolithic people cultivated *Vicia* spp., Labiateae spp., *Cucumis* sp. clearing the oak and alder forest. High values of *Plantago* indicate interference with vegetation by domestic animals like goat and sheep. An increase in Ericaceae, *Buxus*, *Abelia*, *Parthenocissus*, *Rhus* and *Pinus* prove the expansion of macchie as a result of forest clearance by Neolithic people.

After 4,500 years B.P., charcoal frequency suddenly become low and cereal pollen and *Pinus*, Ercaceae, *Buxus*, *Abelia*, *Parthenocissus* also decrease. On the other hand, oak and alder pollen increase with *Typha*, *Sparganium*, *Potamogeton* and *Thalictrum*. These pollen flora indicate the abandonment of the dwellings the Neolithic people and the regeneration of oak forest. The lowermost charcoal occurrences continue until about 2,700 years B.P. Human interference with vegetation from 4,500 to 2,700 years B.P. is very weak.

After 2,700 years B.P., charcoal frequency increases again suggesting the reopening of forest clearance. *Olea europaea* rapidly increase upward indicating the existence of an olive plantation. This result from the Korone Moor shows us that how forest fires play an important role to the vegetational history of Greece.

From the result of pollen analysis of the korone Moor, we learned that forest fires played a very important role in the deforestation of Greece. From the newspaper, we collected the records of the regional and seasonal frequencies of forest fires in presently Greece. Forest fires in Greece often occur in summer, especially in July, August and September (Fig. 8-3). It occurred frequently in the southwestern part of Greece where the mean temperature July is more than 25°C (Fig. 8-2, 4). Fires was also concentrated near Athens and in the Peloponnesus which is densely populated and visited by many tourists. This means that the most causes of forest fires are accidentally caused by people. It shoud notice that the area with a hish frequency of the forest fires largely corresponds to the distributional area of macchie and phrygana (Fig. 8-1, 4). From this fact it is said that the devastated macchie and phrygana have adapted to the high frequency of forest fires. It is supposed that macchie and phrygana are fire-climax.

In order to stop the deforestation and to regenerate the forest in Greece, we must first prevent these forest fires.

研究目的

(温帯の森林は農耕文明の誕生以来, 人類によつて著しい破壊をこうむってきた。古代文明の発展した地中海沿岸・インダス川流域あるいは中国の華北平原などは今日, いずれも森林資源の乏しい地域となっている。そうした森林の消滅が人類の破壊の結果の産物であろうと推定されてはきたが、それを具体的に実証した研究例はたいへん少ない。さらに20世紀後半の今日, 人口爆発と気候変動は、アフリカに象徴されるように深刻な砂

漠化を引き起こし, 人類の未来に暗いかけりを投げかけている。

本研究は、ユーラシア大陸の古代文明の発展した諸地域において、どのような森林の荒廃が引き起こされ、それがいかなる自然の荒廃をまねき、それがひいては文明の盛衰とどのようにかかわってきたかを明らかにすることを目的としている。そしてそのことから、自然破壊と砂漠化の進行するこの混迷した近代工業技術文明の下における自然と人間のかかわりのあり方に、一つの活路を見

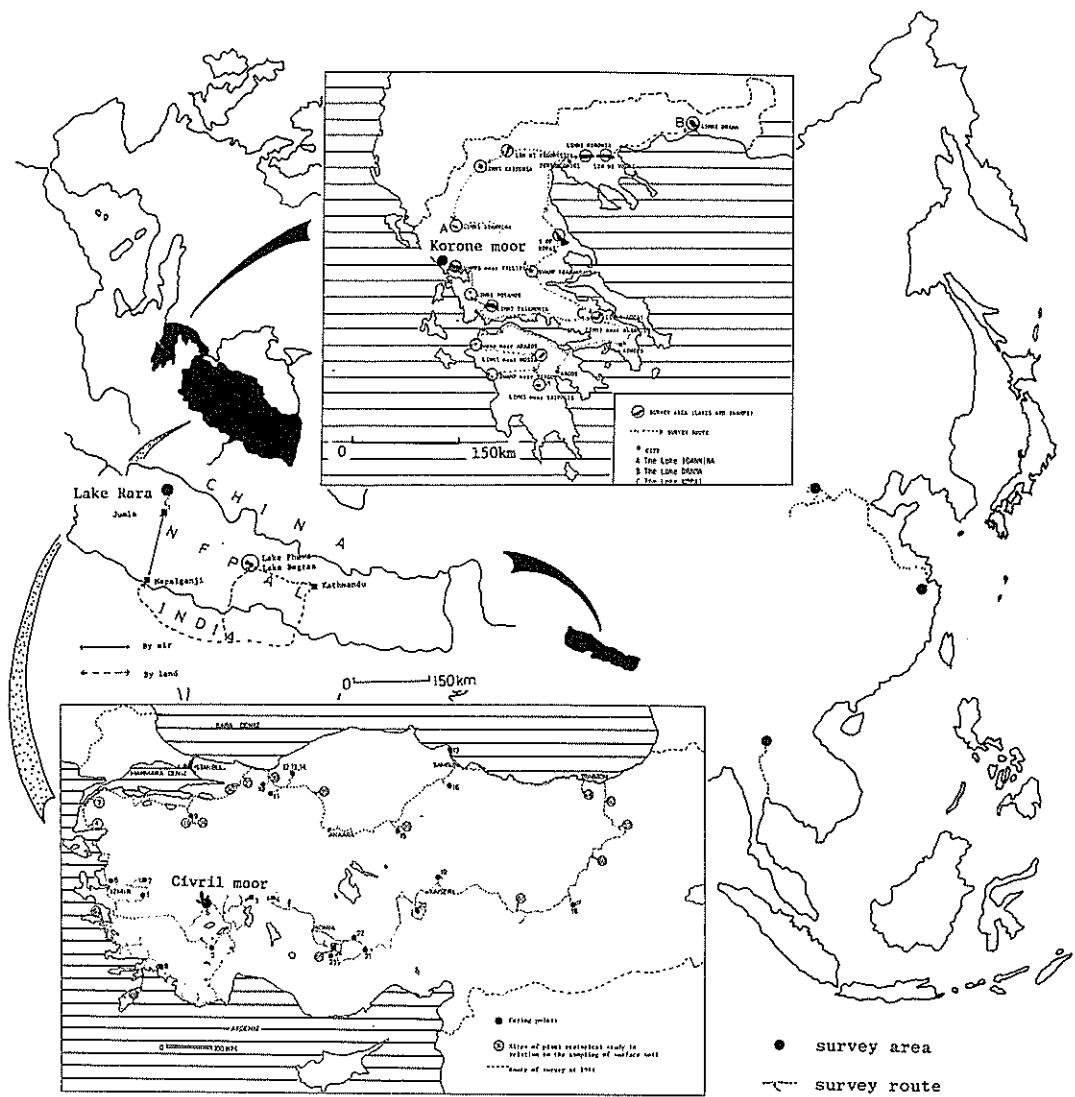


Fig. 1. Survey area and route of oversea scientific research from 1983 to 1985.
 ●: survey area, ---: survey route.

つけだそうとするものである。

研究経過

昭和 58 年度は、ギリシア・トルコ・インド北西部について予備調査を実施し、ネパールヒマラヤについて本調査を実施した。昭和 59 年度はギリシア・トルコ・インド北西部について本調査を実施し、中国とタイについて予備的調査を実施した。昭和 60 年度は採取した試料の整理・分析と、

インド・ネパールについて補足調査を実施した。本研究で調査対象とした地域は 7 か国に及び、調査地点と調査ルートは Fig. 1 に示すとおりである。

本研究の研究成果の一部は、目下単行本として刊行中（安田 1987）であるが、その研究成果の一端について、以下に報告する。

ヒマラヤの森林変遷史とモンスーンアジアの文明の盛衰

昭和 58 年度に、西ネパールにあるララ湖 ($29^{\circ}32' \text{N}, 82^{\circ}7' \text{E}$) の (Fig. 1) 調査を実施した。ララ湖は海拔 3000 m に位置する東西約 5 km, 南北約 2.8 km の湖である。最大水深は 167 m で、湖の北岸は亜角礫からなる斜面が急角度で湖底に落

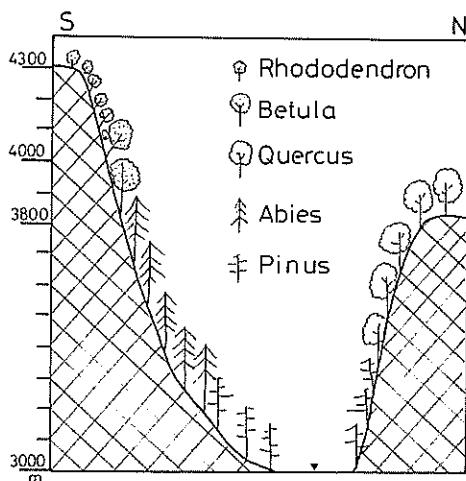


Fig. 2. Schematic cross section of the distribution of vegetation surrounding the Lake Rara.

ち込む。南岸は北斜面に比して緩傾斜であるが、湖底の堆積物は粗粒である（安田他 1984）。北斜面と南斜面では植生の分布に大きな相違がある。急峻なヒマラヤでは斜面の方位による気候・土壤条件の相違が植生分布に大きな影響を与えていている。北斜面は雪融けが遅く、日較差・年較差が小さく、年降水量は 1400 mm 前後と多く、冷涼で湿潤である。これに対し、南斜面は雪融けは早く、日較差・年較差が大きく、年降水量は 1000 mm 前後と少なく、温暖で乾燥している。

ララ湖周辺では温暖で乾燥した南斜面には森林限界近くまで、*Quercus semecarpifolia* の林が残存している (Fig. 2)。これに対し、冷涼で湿潤な北斜面には 3800 m 前後までは *Abies spectabilis*, *Picea smithiana* の林が生育し、3800 m 以上には *Betula utilis* さらにその上位には *Rhododendron* が生育する。北斜面・南斜面とも湖岸には森林破壊の影響で、*Pinus wallichiana*, *Juniperus* などが分布する (Fig. 2)。

ララ湖の東岸から採取した堆積物の ^{14}C 年代測定と花粉分析の結果は Fig. 3 に示すとおりである。約 1 万年前から 8500 年前は、モミ属 (*Abies*), マツ属 (*Pinus*), カバノキ属 (*Betula*) な

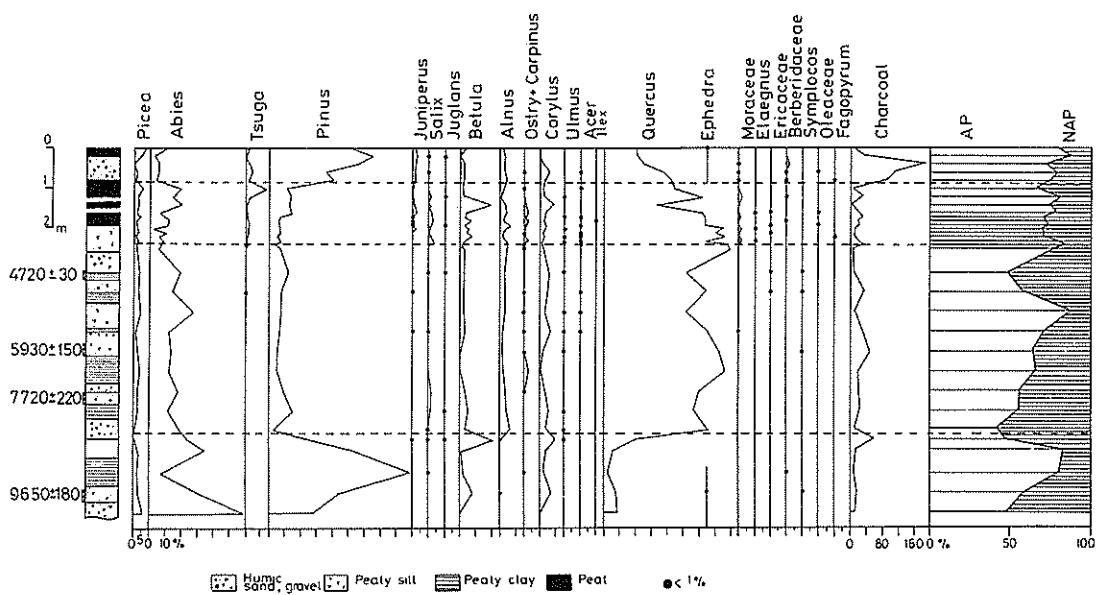


Fig. 3. Pollen diagram from the Lake Rara in western Nepal (Yasuda et al. 1984).

ど北斜面を代表する植物の花粉が多産し、寒冷な気候が推定される。大型遺体では *Betula utilis* の果鱗も検出され、*B. utilis* の果鱗が湖に運搬されるだけの距離に、当時の森林帯が約 500 m 以上降下していたことを示す。ところが約 8500 年前を境として、モミ属、カバノキ属、マツ属などの北斜面を代表する植物の花粉は減少し、かわって南斜面に生育するナラ属 (*Quercus*) が増加していく。ナラ属の出現率は 80% 前後にも達し、このボーリング地点の位置する北斜面よりの地点にまでナラ属が拡大していたことを示す。すでに報告した（安田他 1985）ように、*Q. semecarpifolia* の花粉の外膜表面模様は小さな刺状を示す（Photo 1）。ところが化石花粉のなかには果粒状の外膜表面模様をもつナラ属の花粉が含まれている。果粒状の外膜をもつナラ属は、*Q. dilatata* と *Q. incana*、*Q. lanuginosa* であり、いずれも現在のララ湖周辺には生育せず、ララ湖より 500 m ほど降下した所に分布する。このことは、当時の森林帯は現在より 500 m 以上上昇していたことを示す。乾燥した南斜面を代表するナラ属が北斜面にまで拡大していたことは、当時の気候が温暖であったことを示す。

ところが約 4000～3000 年前を境として、ナラ属は減少し、再びカバノキ属、モミ属、マツ属などが増加を始め、気候が冷涼化したことを見ている。

このようにララ湖の過去 1 万年間の森林変遷史は、約 1 万～8500 年前の寒冷期、約 8500～3500 年前の温暖期、約 3500 年前以降の冷涼化を明らかにした。このララ湖と類似した気候変動の傾向は、インド北西部カシミール地方の海拔約 3000 m に位置するブタパトリ (Butapathri) 湿原 (36°06' N, 74°43' E.) (Fig. 4) でも明らかになっている (Dodia et al. 1984) (Fig. 5)。そうした完新世の気候変動の傾向は、日本列島のそれ（安田 1980）と比較しても矛盾しない (Fig. 5)。

一方、インダス文明の発展したインド北西部のラジャスタン (Rajasthan) 低地では、過去 1 万年間の気候の乾・湿の変動傾向が指摘されている。Singh et al. (1972) はラジャスタン平野の塩湖の

花粉分析を実施し、約 1 万～3500 年前の湿润期と約 3500 年前以降の気候の乾燥化を、*Typha angustata* の変動から明らかにした (Fig. 4)。そしてこの約 3500 年前に始まる気候の乾燥化が、インダス文明を衰亡させた原因であるとする。その見解は Bryson et al. (1981) や Swain et al. (1983) によって支持されている。ヒマラヤ山中の西ネペールのララ湖とは直線距離にして約 700 km、カシミールのブタパトリ湿原とも約 750 km しか離れていない (Fig. 4)。そこにおける完新世の気候変動の対応関係について以下にみてみる。

この 3 地点の気候の変動傾向には、3000 m 近い海拔高度差が深くかかわっているらしいことが明らかとなってきた。朝倉 (1985) は、ヒマラヤの気候変動とモンスーンの挙動とのかかわりを明らかにしている。すなわち、ヒマラヤ山塊が熱せられ、雪融けの早い時には、南西モンスーンの活動が活発であるのに対し、ヒマラヤ山塊が冷え雪が多く雪融けが遅いと、南西モンスーンの到来が遅れる。ヒマラヤ山塊はモンスーンの挙動に対してスイッチの役割を果たしている。この事実は安成ら (1983) によっても指摘されている。この現在の大気循環のモデルを適用すれば、ヒマラヤ山地とラジャスタン平野の気候の変動傾向は矛盾なく説明できそうである。

すなわち、約 8500～3500 年前、ヒマラヤ山地には温暖な気候が支配的であった。この時代積雪量は少なく、ヒマラヤ山塊は暑く熱せられた。このためチベット高気圧は発達し、偏東風ジェット気流も強く、南西モンスーンは活発であった。現在、南西モンスーンの北限地帯に位置するラジャスタン平野では、南西モンスーンの活発化によって、降水量が増加した。そしてこうした降水量の増加によって、インダス文明が発展の基盤を与えられた。ところが約 4000～3000 年前以降、ヒマラヤ山地では気候は冷涼化し、積雪量も増加して、雪融けが遅れ始めた。ヒマラヤ山塊は冷やされ、チベット高気圧の発達は悪く、南西モンスーンの活動は不活発となった。このため、ラジャスタン平野では降水量が減少し、砂漠化が進行して、インダス文明は滅亡した。ほぼ同じ頃、日本

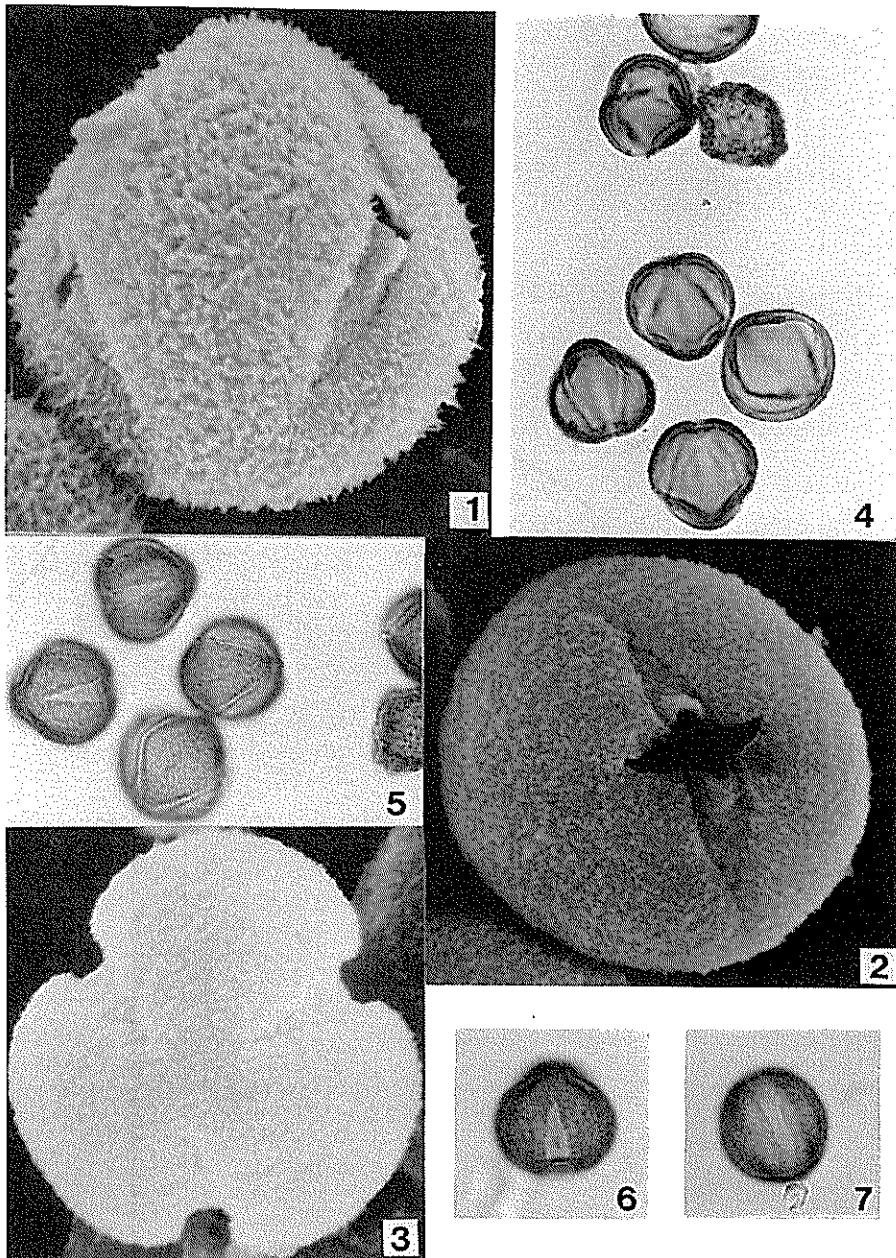


Photo. 1. Pollen morphology of *Quercus semecarpifolia*.

1. SEM-photograph equatorial view ($\times 2000$)
2. SEM-photograph colpus and pore ($\times 2000$)
3. SEM-photograph polar view ($\times 2000$)
4. Cross section ($\times 500$)
5. Outline in equatorial view ($\times 500$)
- 6~7. Colpus ($\times 500$)

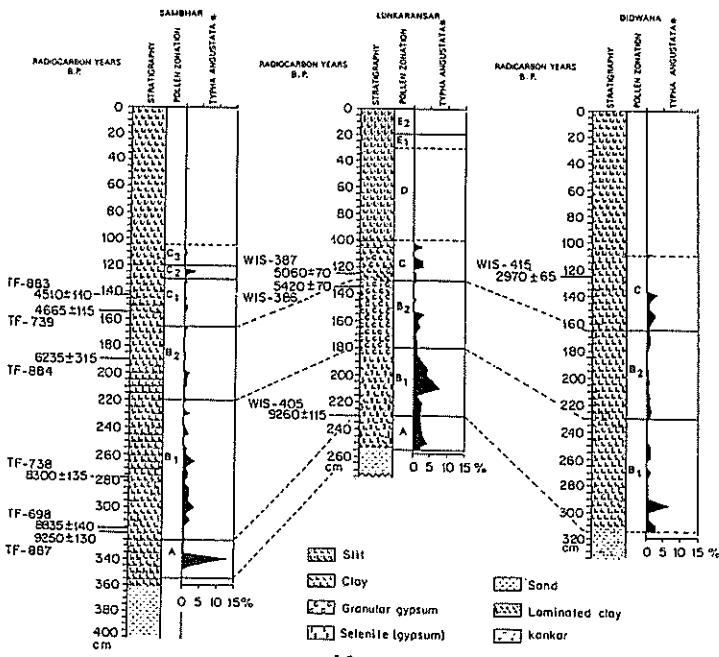
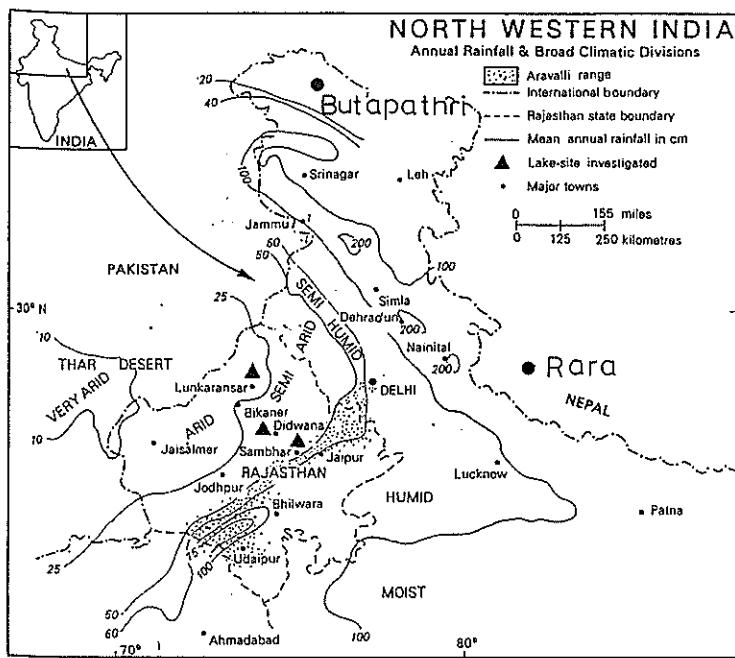


Fig. 4. Locations of the Butapathri moor in Kashmir district, three salt lakes in the Rajasthan and Lake Rara in western Nepal (upper). Frequencies of *Typha angustata* from the three salt lakes in Rajasthan area (lower). From Singh *et al.* (1972).

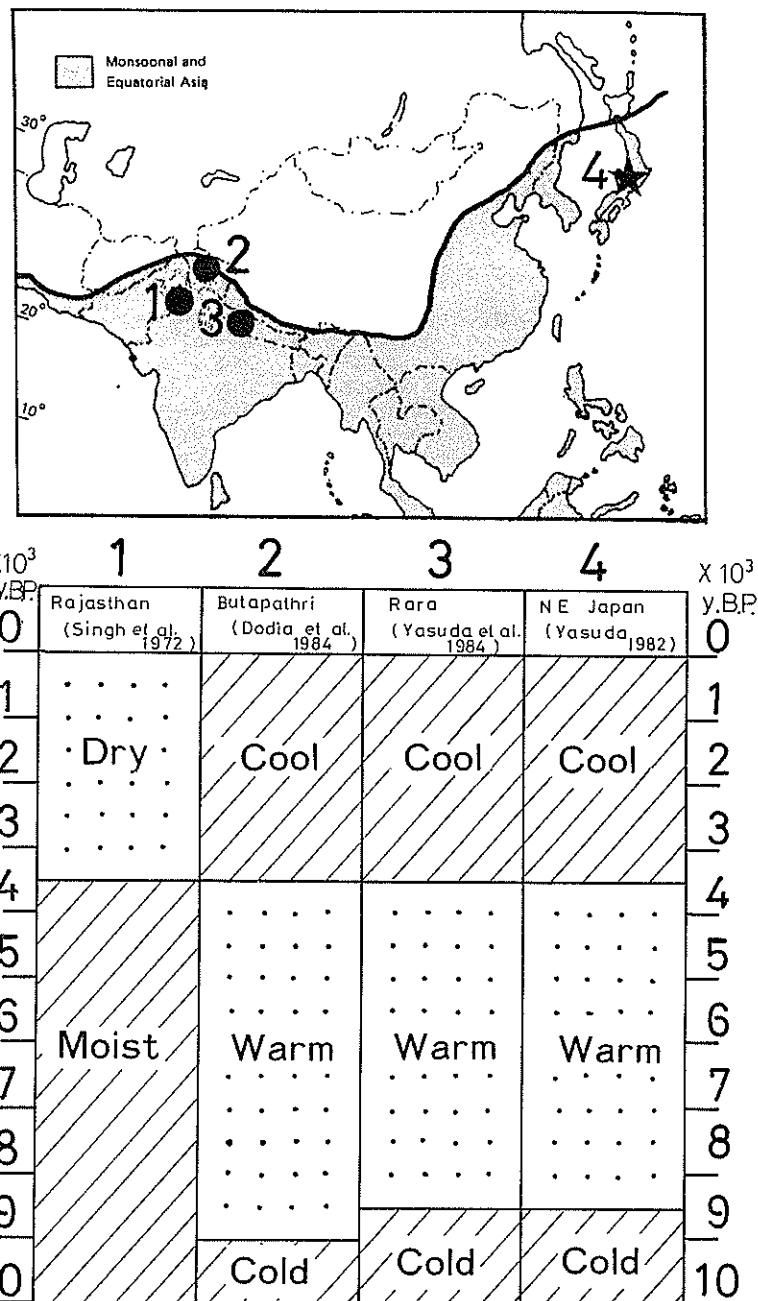


Fig. 5. Comparison of the climatic changes for the last 10,000 years in monsoon Asia. Map drawing the monsoonal area is quoted from Whyte (1984).

列島でも縄文文化が気候悪化のなかで衰退期に入っている（安田 1980, 1982）。遠く離れたインド北西部のインダス文明の盛衰と日本の縄文文化

の盛衰のカギを握っていたのは、実はユーラシア大陸の屋根、ヒマラヤ山地であることが、明らかになった。

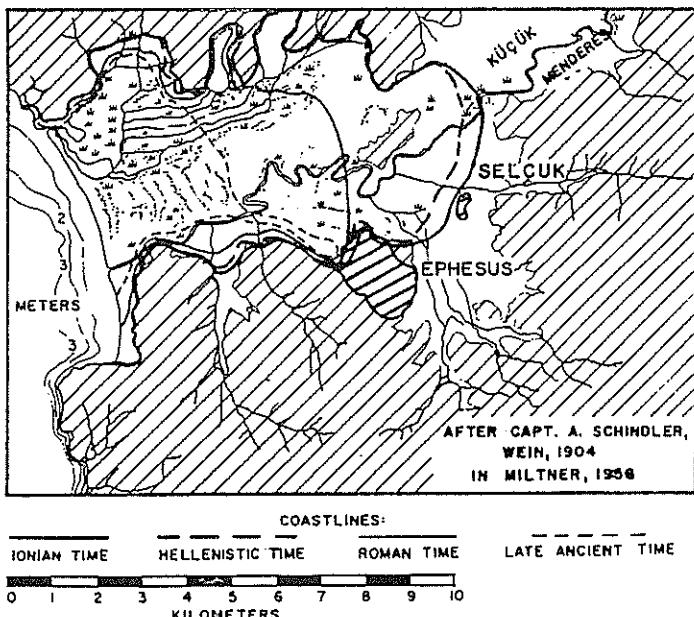
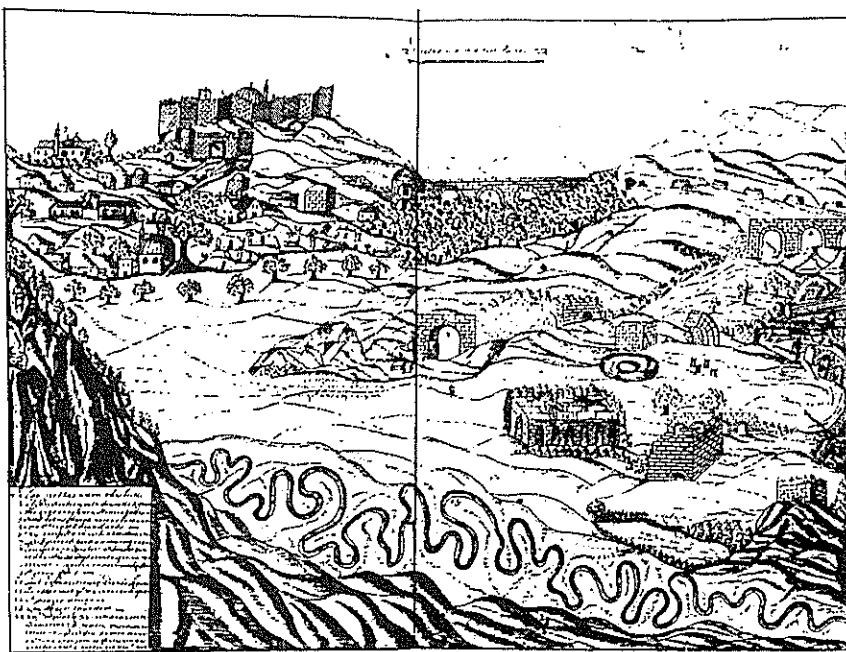


Fig. 6. Bird-eye view of the Ephesus in 1670 (upper). Upper left; the Turkish castle. Center and right; ruins of the ancient Ephesus town. Foreground; the River Küçük Menderes, after Foss (1979). Palaeogeographical map of the alluviation of the Gulf of Ephesus (lower), after Kraft *et al.* (1977).



Photo. 2. Bird-eye view picture of the presently Ephesus. Comparison with Fig. 6. Left background; small hill with the Turkish castle.
Right; the ruins of the Ephesus city.
Foreground; abandoned channel of the Küçük Menderes.

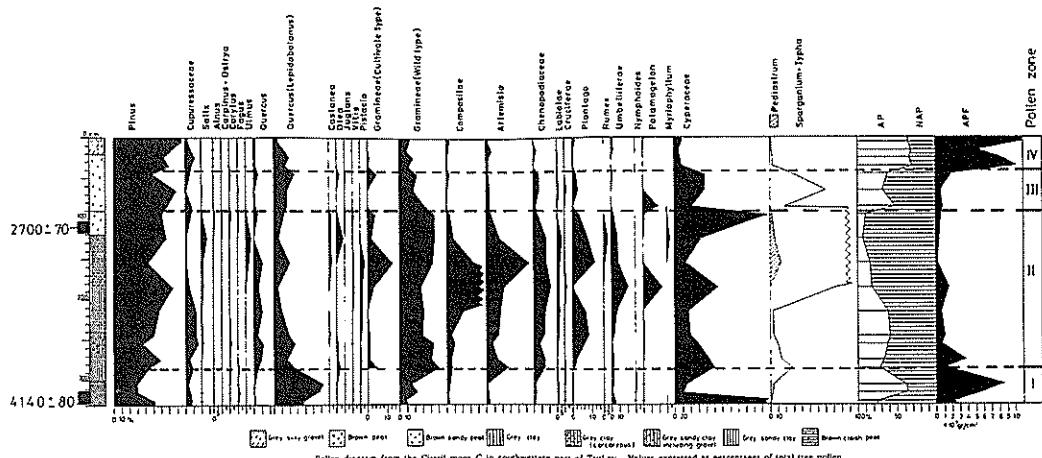


Fig. 7. Pollen diagram from the Civril Moor in southwestern part of Turkey.
Values expressed as percentages of total tree pollen. Revised after Yasuda *et al.* (1985).

小アジアの海岸線の移動と森林荒廃
昭和59年、トルコの調査を実施した。小アジアと呼ばれるエーゲ海周辺には、ペルガモン、エフェソス、ミレトスなどギリシア・ローマ時代に発展をほこった古代都市遺跡が立地している。エフェソスやミレトスは、現在は海岸から数km内陸に位置している(Fig. 6)。しかし、ギリシアやローマ時代には、これらの古代都市は海岸に面した港町としての機能をそなえ繁栄をほこっていた。Fig. 6 にはエフェソスの1670年の古地図(Foss 1979)とそれと同じ方角からみた写真(Photo 2)を示した。古図の右側にエフェソスの

古代遺跡の廃墟が描かれ、手前には小メンデレス川が蛇行して流れている。既にこの時代、エフェソスは港町の機能を完全に消失していたことがわかる。

こうした海岸線の前進に伴う港の埋積(Photo 3)が、古代都市を放棄させる一つの要因となっていたことは疑いをいれないが、それでは、何故このような急速な海岸線の前進が引き起こされたのであろうか。

Fig. 7 には大メンデレス川の上流域に立地するCivril 濡原(38°15'N. 29°55'E.) (海拔880m) の花粉ダイアグラムを示した。約4000年前を境として落葉ナラ属が減少し、かわってイネ科



Photo. 3. The ruins of ancient port in the Ephesus.

(Gramineae), キク科 (Compositae), ヨモギ属 (*Artemisia*), アカザ科 (Chenopodiaceae), セリ科 (Umbelliferae) が増加していく。これは明らかに、農耕活動を伴う人類によって周辺の落葉ナラ類の森が破壊され、イネ科、キク科、アカザ科の草原が拡大したことと物語る。オオバコ属 (*Plantago*) など牧草地に特有の植物の花粉も増加することから、この落葉ナラ類の森林破壊には、家畜も大きな役割を果たしていたことがわかる。樹木花粉ではマツ属 (*Pinus*) や硬葉ガシ (*Quercus coccifera* type) やビャクシン属 (*Juniperus*) が増加する。これは落葉ナラ類の森が破壊されたあと、二次植生としてのマツ林 (cf. *P. brutia*) や *Q. coccifera* を中心とするマッキー (macchie) が拡大してきたことを示す。花粉ダイアグラムの右端には単位体積当たりに含まれる樹木花粉数と、草本花粉との比率を示した。興味深いのは、¹⁴C 年代 2700 年前の値が得られた前後の層準で、単位体積当たりに含まれる樹木花粉数が最低の値を示し、草本花粉の比率が 90% 近くを占め、著しく森林破壊が進行したことを示している。またこの時代はミクリ属 (*Sparganium*) やクンショウモ属

(*Pediastrum*) など水生植物の遺体が多産し、周辺は現在より水位の高い、流水のある環境であったことを示している。その時代はギリシアが活発に地中海沿岸に植民活動を開始した時代からヘレニズム時代、ローマ時代に大略対応している。この時代が、Civril 湿原周辺の森林面積が最も消失した時代である。Fig. 6 の下には小メンデレス川の海岸線の前進を Kraft et al. (1977) に基づき示した。ヘレニズム時代からローマ時代にかけて、顕著な海岸線の前進が指摘されている。この海岸線の前進がエフェソスの港 (Photo 3) を埋積し、都市機能に重大な障害をもたらした。こうした下流域にみられるヘレニズム時代からローマ時代にかけての著しい海岸線の前進の背景には、Civril 湿原でみられたような中・上流域における森林破壊とそれによる土壤侵蝕の増加が、深くかかわっているものとみられる。

さらに興味深いのは、Civril 湿原では AD 0 年頃を境として、流水の環境を示すクンショウモ属が減少・消滅し、ミクリ属も減少し水位の低下が引き起こされると、泥炭が堆積を開始する。流水の環境が消失し、水位が低下して、泥炭が堆積す

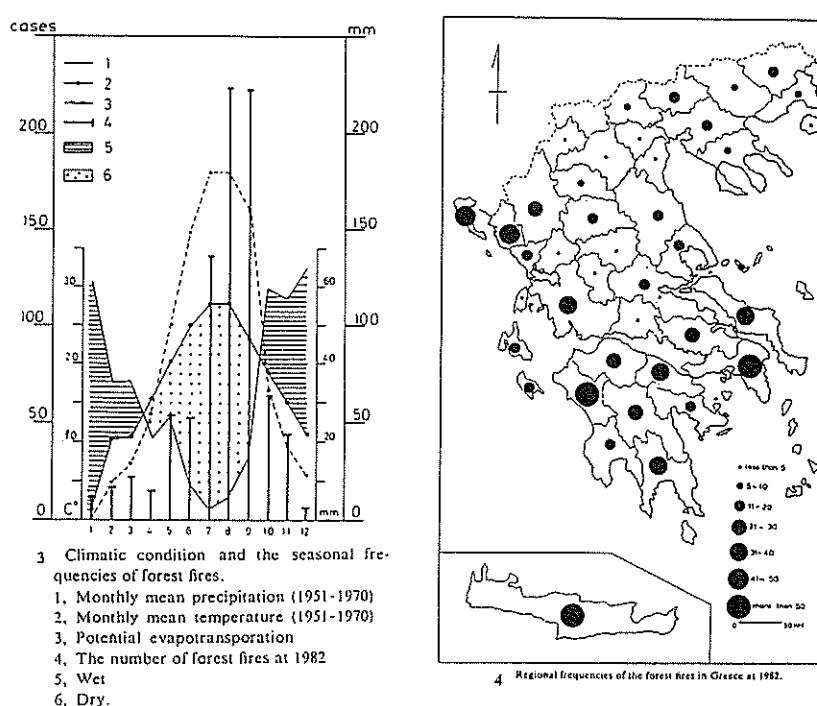
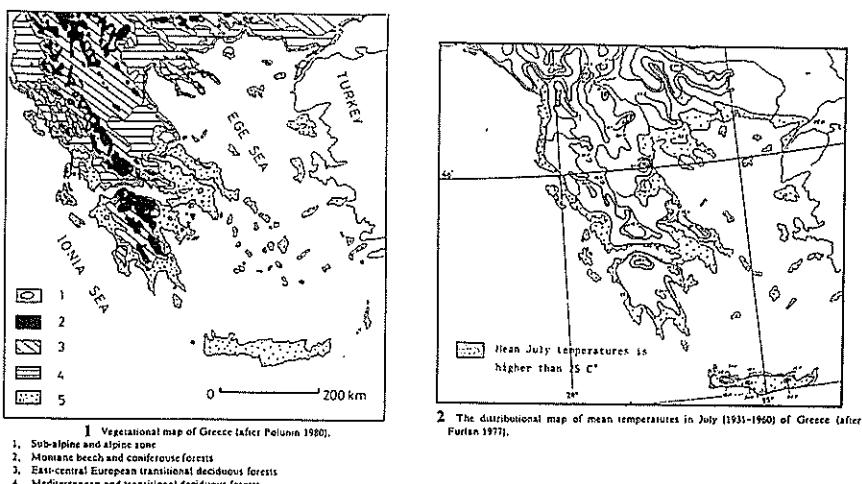


Fig. 8. Maps showing the relationship between the forest fires and climatic and vegetational condition in Greece (after Yasuda *et al.* 1985).

Fig. 8-1; Vegetational map of Greece (after Polunin, 1980).

Fig. 8-2; The distributional map of mean temperature in July (1931-1960) of Greece (after Furlan, 1977).

Fig. 8-3; Climatic condition and the seasonal frequencies of forest fires (after Yasuda *et al.*, 1985).
Fig. 8-4; Regional frequencies of the forest fires in Greece at 1982 (after Yasuda *et al.*, 1985).



Photo. 4. Landscape of macchie in Peloponnesus, Greece.

る停滯水の湿原が出現した。すると、Civril 湿原周辺から、人間の農耕活動の痕跡がしだいに微弱となる。イネ科、キク科、ヨモギ属、オオバコ属などの農耕や牧畜にかかわる花粉の出現率が減少する。これは一体、何を意味するのであろうか。

実はこの Civril 湿原周辺は、1956 年に湿原が人工的に排水されるまで、マラリアの多発地帯であった。人々はマラリア蚊を避けて高い山の上に居住していた。湿原周辺に集落が増加したのは、1956 年以降のことなのである。現在でも湿原周辺にはローマ時代の遺跡が残っており、ローマ時代までは少なくとも周辺に人々が居住していたことは確かである。しかし、その後、Civril 湿原周辺は居住の困難な地域となった。その原因是、流水のある湖の環境が、停滞水の湿原に変化したため、マラリアが多発し始めたためではなかろうか。ギリシアやローマ文明の発展は、森林を破壊しつくした。このことが土壤侵蝕を増大させ、湖を埋積してマラリアの多発する湿原に変えた。下流域では海岸線が前進し、港を埋積し、都市機能に重大な支障をもたらした。港を埋積する三角州の発達はまた、マラリアの多発する低湿地の拡大

をも意味した。森林の荒廃は港の埋積やマラリアの多発(マクニール 1985)など複合的な環境の悪化をもたらし、これが地中海文明の衰亡の一因になったことは疑いをいれない。

ギリシアの山火事と荒廃景観の維持機構

昭和 58・59 年度のギリシアの調査で、マッキー(macchie)と呼ばれる特色ある荒廃景観が注目された。マッキーはギリシアからトルコのエーゲ海周辺に広く分布している(Fig. 8-1)。マッキーを構成する主要樹木は、*Quercus coccifera*, *Juniperus communis*, *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Paliurus spinachristi*, *Arbutus unedo*, *A. andrachne*, *Laurus nobilis* などの樹高 1~2 m の低灌木と、*Pinus halepensis*, *P. brutia* などからなっている。草本類も、*Orchis spp.*, *Anemone pavonia*, *Allium subhirsutum*, *Crocus cancellatus*, *Iris reichenbachii*, *Cistus incanus* など美しい花を咲かせるものから、*Scolymus hispanicus*, *Centaurea calitrapa*, *Onopordum illyricum*, *Silybum marianum* などのように、家畜の食害から身を守るために推定される鋭い刺をもつものま



Photo. 5. A flock of goat eating the young leaf of *Quercus coccifera*. Taken at Peloponnesus in Greece.

で、多様性に富んでいる。さらに荒廃が進行し、露岩が露出した、低灌木の粗林をフリガナ (phrygana)、草本類が卓越するものをシード・ステップ (pseudo-steppe) という。

こうしたマッキーとかフリガナと呼ばれる荒廃景観 (Photo 4) が、古代以来の人間の森林破壊の結果の産物であることは既に述べた。しかし、薪にかわって石油や電力が普及した現在においても、森林が再生することなく、荒廃景観が維持されている。荒廃景観が持続し、森林の再生を不可能にしている一つの要因として、家畜の過放牧が挙げられる。放牧された山羊が *Quercus coccifera* の低木にのぼって、若葉を食べつくしている光景 (Photo 5) には何回となく出会った。家畜の過放牧が、森林の再生を不可能にしていることは疑いをいれない。それとともに、荒廃景観の持続に重要な役割を果たしているのが、夏期の乾燥期に多発する山火事であることが明らかとなった。

Fig. 8-4 には 1982 年にギリシア全土の新聞に報道された山火事の発生件数の地域分布を示した。山火事はアテネなど大都市の郊外と、海岸部に集中している。内陸部や北部での発生件数は少

ない。Fig. 8-1 のギリシアの植生図と比較すると、山火事はマッキーあるいはフリガナの分布地域に多発していることがわかる。Fig. 8-2 には 7 月の平均気温の分布を示した。山火事は 7 月の平均気温が 25°C 以上の所に多発している。このことは Fig. 8-3 の山火事の月別発生件数を見れば納得がいく。Fig. 8-3 にはアテネの 1951~1970 年間の月平均気温と降水量をあわせて示した。山火事は乾期の 7・8・9 月に集中的に発生している。8 月・9 月には 1 か月に 200 件以上もの山火事が新聞で報道されている。新聞で報道されないものを含めると、この 10 倍以上は発生していると推定される。Fig. 8-3 には可能蒸発散量をあわせて示した。乾期の乾燥の程度が山火事の発生と深くかかわっていることがわかる。そして乾期の乾燥の程度を左右するのは夏季の温度条件である。冬雨の地中海沿岸では、夏季はほとんど降水がないため、温度条件が乾燥の程度を左右し、山火事の発生件数に深くかかわっているのである。

山火事がアテネなどの大都市郊外や、ペロボネソス半島などの観光客の集中地域に多発していることは、その原因の多くが失火によるものである



Photo. 6. Burning *Quercus coccifera*'s macchie. Taken at Abant Göl in Turkey.

ことを物語っている。

現在、エーゲ海周辺に分布するマッキーあるいはフリガナと呼ばれる荒廃景観の持続には、家畜の食害とともに、この山火事が森林の更新を中断する重要な要因となっていることは明らかである。マッキーを構成する *Quercus coccifera* の灌木などは、山火事によって上部は燃えても (Photo 6), 残った株から再び若芽が萌芽する性質を有している。マッキーやフリガナは、こうした山火事の多発する風土に適応した fire climax の植生であると言える。

Fig. 9 にはギリシア北西部 korone 湿原 ($39^{\circ} 17' 10''\text{N}$. $20^{\circ} 32' 20''\text{E}$. 海抜 10 m) の花粉ダイアグラムを示した。その詳細は安田他 (1985) で報告したが、ここでは樹木花粉の出現率の変化と炭片の出現率の変化に注目してみたい。Fig. 10 にはナラ属の出現率と炭片の出現率を対比して示した。 ^{14}C 年代約 6400~4500 年前では、ナラ属の出現率は不安定であり、大きく変動している。この時代は炭片が多産し、炭片の急増する層準ではナラ属とりわけ落葉ナラ属が減少する傾向がみられる。この時代は、マツ属、ツツジ科 (Ericaceae) が

多産し、ツゲ属 (*Buxus*), ツタ属 (*Parthenocissus*), ツクバネウツギ属 (*Abelia*), フジ属 (*Wisteria*), ブドウ属 (*Vitis*) など人里あるいは森林破壊の影響下のマッキーを構成する植物の花粉も多産する (Fig. 9)。草本花粉ではタデ属 (*Polygonum*), キク科 (Compositae), マメ科 (Leguminosae), シソ科 (Labiatae), オオバコ属 (*Plantago*), キンポウゲ科 (Ranunculaceae) などの人里あるいは栽培植物の花粉が高い出現率を示す (Fig. 9 下)。これは明らかに、マメ類などの雑穀を栽培する焼畠類似の農耕と牧畜を伴う人間の森林破壊によって、周辺のナラ類を中心とする森がくりかえし破壊を受けていたことを示している。

ところが ^{14}C 年代約 4500 年前頃を境として、炭片の出現率が急減する (Fig. 10)。ツツジ科、ツタ属、ツゲ属などマッキーを構成する樹木花粉が減少もしくは消失する。また、マメ科、シソ科、オオバコ属、タデ属などの栽培植物と周辺雑草の花粉が減少する。かわってヤナギ属、ハンノキ属などの湿地林の樹木花粉と、ガマ属、ミクリ属、ヒルムシロ属 (*Potamogeton*) など水湿地性植物の花粉が増加していく。そして、硬葉ガシや落葉ナ



Fig. 9. Pollen diagram from the Korone moor in Greece. Values expressed as percentages of total tree pollen (Yasuda *et al.* 1986).

ラ類の花粉が安定して高い出現率を示す。特に落葉ナラ類の出現率は顕著に増加し、安定的に高い出現率を保持している。これは明らかに、人間の居住の放棄に伴い、周辺に落葉ナラ類の森が再拡

大してきたことを示す。

炭片が最低の出現率を示す時代は、約2700年前までつづく(Fig. 10)。約2700年前以降、再び炭片が増加するとともに、単位体積当たりに含ま

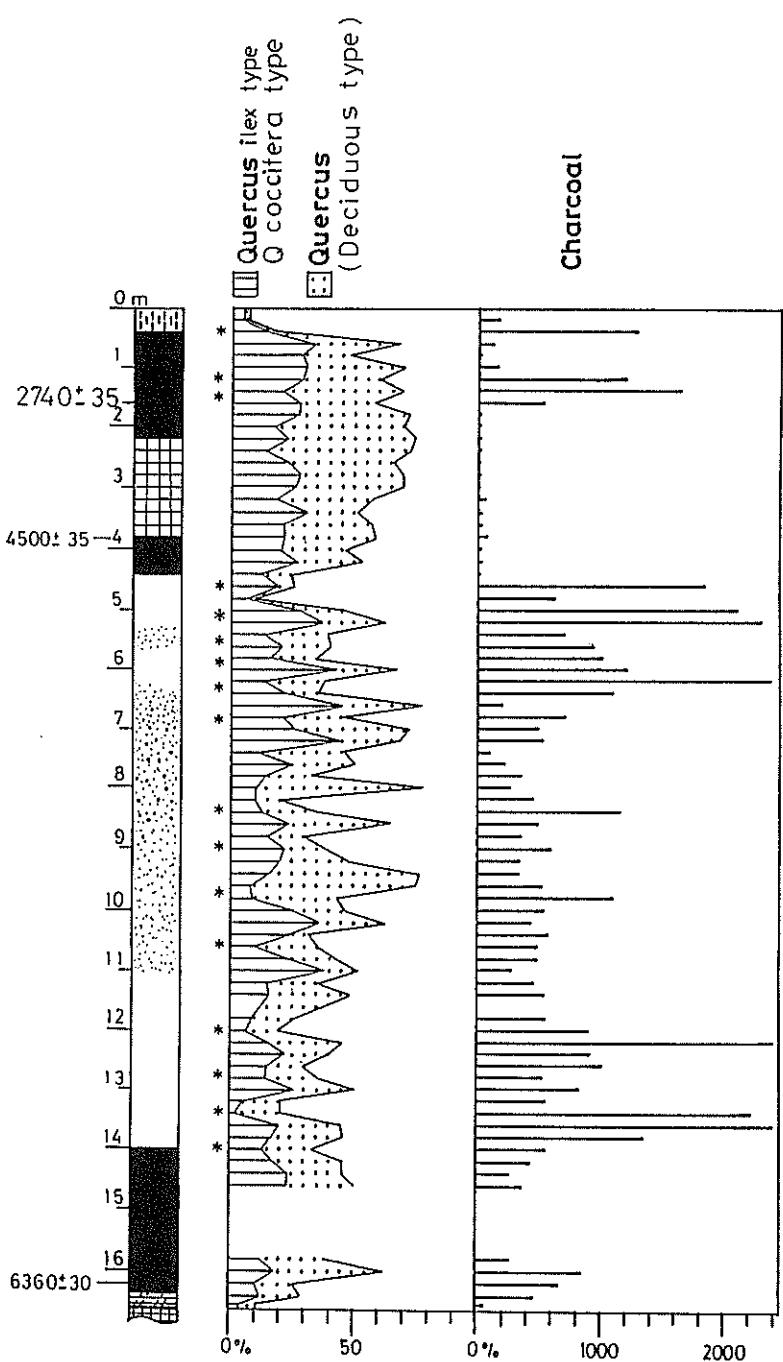


Fig. 10. Pollen diagram showing the frequencies of oak pollen and charcoal.
Values expressed as percentages of total tree pollen.

れる樹木花粉数が減少し、再び森林破壊が始まることを示している。オリーブ (*Olea europaea*) やブドウ属の花粉が増加し (Fig. 9)、周辺でオリーブやブドウの栽培が行なわれ始めたことを示している。落葉のナラ類の出現率も不安定となり上方に減少していく。そして約 500 年前頃以降、著しい森林の破壊によって周辺からはナラ類を中心とする森は姿を消した。

ギリシア文明が発展期に入る紀元前 7 世紀頃に、偶然とはいえたコロネ湿原で再びオリーブ栽培を伴う人間の森林破壊が始まるのは興味深い。そして、現在みられるようなマッキーの荒廃景観は、このコロネ湿原周辺ではここ 700 年以内の新しい時代に出現している点が注目される。ギリシア北西部やマケドニア地方の森林荒廃が引き起こされたのは、比較的最近のことであることがわかる。その背景には近代に入ってからのギリシアが政治的に不安定となり他国に侵略され、国土が荒廃したことと無関係ではなかろう。

そして、このコロネ湿原の花粉分析の結果は、人間の活動によって引き起こされる山火事が、ギリシアの森林変遷史、とりわけマッキーなどの荒廃景観の形成と持続に、いかに大きな影響を与えているかを、世界で初めて明らかにした。地中海沿岸の森林の再生には、この山火事による被害ができる限り小さくすることが、さしつけられた課題である。

謝 詞

3 か年にわたって多方面にわたってご助力たまわった日産科学振興財団関係者各位ならびに調査に際して絶大なご協力をいただいた日産自動車アテネサービスセンター駐在員の皆様に、心から厚くお礼申しあげます。ご推薦たまわった日本地理学会の関係者各位、贈呈式にご出席下さった澤田清常任委員長（昭和 58 年当時）に厚くお礼申しあげます。また、長期にわたる海外出張に対し、全面的なご支援をたまわった広島大学総合科学部岡本哲彦学部長、坪田博行教授をはじめ、職場の皆様に、深い感謝の意を表する次第であります。

研究発表・論文・著者

- Yasuda, Y.: The study of the vegetational his-

tory in Greece I, Res. Related UNESCOs Man and Biosphere Programme in Japan, 1983–1984, 25–28 (1984).

- Yasuda, Y.: Oscillations of climatic and oceanographic conditions since the last glacial age in Japan, R. O. Whyte (ed.); The evolution of the east Asian environment, vol. 1, 397–413, Univ. Hong Kong (1984).
- 安田喜憲: 森林の荒廃と文明, 森林 No. 11, 40–42, 土井林学協会 (1984).
- 安田喜憲: 森の文化—生態史的日本論—現代思想, 7, 224–235 (1984).
- 安田喜憲: 環日本海文化の変遷, 国立民族学博物館研究報告, 9, 761–798 (1984).
- 安田喜憲: 文明の湿润化, 森林化, 森林の荒廃と文明の盛衰, 月刊大書, 大阪書籍, 145 (14–15), 146 (14–15) (1984).
- 安田喜憲: ドンギリと雪と縄文人, 歴史公論, 103, 雄山閣, 33–43 (1984).
- 安田喜憲, 三寺光雄, 福岡義隆, 田端英雄他: 森林の荒廃が文明の盛衰に及ぼす影響の比較生態史的研究 (1), 日産科学振興財団事業報告書, 10, 284–289 (1984).
- Fukuoka, Y.: Climatological studies on Yunagi (Evening calm) in the Setouchi district, Jap. J. Biometeor., 22, 101–107 (1985).
- Yasuda, Y.: The study of the vegetational history in Greece II, Res. Related UNESCOs Man and Biosphere Programme in Japan, 1984–1985, 15–16 (1985).
- 安田喜憲: 森の民としての日本人の空間認知, 歴史地理学紀要, 27, 15–38 (1985).
- 安田喜憲: 東西二つのブナ林の自然史と文明, 梅原猛他「ブナ帯文化」思索社, 29–63 (1985).
- 安田喜憲: ヒマラヤの後氷期の気候変動, 地理科学, 40, 172 (1985).
- 田端英雄他: ネバール, ヒマラヤの植生 I, II, 日本生態学会講演要旨, 32, 245–246 (1985).
- 安田喜憲: 最終氷期の気候変動と日本旧石器時代, 地学雑誌, 94, 586–594 (1985).
- 安田喜憲: 里山と森の民の自然観, 姫田忠義編「伝える 1」未来社, 205–231 (1985).
- 安田喜憲, 福岡義隆, 田端英雄, 菅雄三他: 森林の荒廃が文明の盛衰に及ぼす影響の比較生態史的研究 (2), 日産科学振興財団事業報告書, 11, 252–263 (1985).
- Yasuda, Y.: The study of the vegetational history in Greece III, Res. Related UNESCOs Man and Biosphere Programme in Japan, 1985–1986, 29–32 (1986).
- 安田喜憲: ギリシア文明の盛衰と気候変動, 気候影響利用研究会会報, 3, 14 (1986).
- 安田喜憲: エーゲ海周辺の荒廃景観の維持機構について, 日本地理学会予稿集, 30, 14–15 (1986).

- 21) 安田喜憲: ヒマラヤの気候変動とインダス文明の盛衰, 日本地理学会予稿集, 30, 74-75 (1986).
- 22) 安田喜憲: 小アジアの森林変遷史と海岸線の移動, 人文地理学会予稿集, 15-16 (1986).
- 23) 安田喜憲: 環境考古学, 1-12, グリーンパワー, 1月-12月号, 森林文化協会 (1986).
- 24) 安田喜憲: 縄文時代の比較文明環境論, 比較文明, 2, 17-25 (1986).
- 25) 安田喜憲, 福岡義隆, 田端英雄, 菅 雄三: 森林の荒廃が文明の盛衰に及ぼす影響の比較生態史的研究 (3), 日産科学振興財団事業報告書, 12, 106-113 (1986).
- 26) 安田喜憲: 「世界史のなかの縄文文化」雄山閣, (1987) (印刷中).

参考文献

- 1) 朝倉 正: 「気候変動と人間社会」岩波書店, 214 p. (1985).
- 2) Bryson, R. A. and A. M. Swain: Holocene variation of Monsoon rainfall in Rajasthan, *Quaternary Research*, 16, 135-145 (1981).
- 3) Dodia R., D. P. Agrawal, A. B. Vora: New pollen data from the Kashmir bogs, R. O. Whyte (ed.); The evolution of the east Asian environment, 11, 569-578 (1984).
- 4) Kraft J.C., S.E. Aschenbrenner, G. Rapp, Jr.: Paleogeographic reconstructions of coastal Agean archaeological sites, *Science*, 195, 941-947 (1977).
- 5) マクニール, W. H. (佐々木昭夫訳): 「疾病と世界史」新潮社, 328 (1985).
- 6) Singh G., R. D. Joshi and A. B. Singh: Stratigraphic and radiocarbon evidence for the age and development of three salt lake deposits in Rajasthan India, *Quaternary Research*, 2, 496-505 (1972).
- 7) Swain A. M., J. E. Kutzbach and S. Hastenrath: Estimates of holocene precipitation for Rajasthan India, based on pollen and lake-level data, *Quaternary Research*, 19, 1-17 (1983).
- 8) Vita-Finzi C.: The mediterranean valleys, Cambridge Univ. Press, 140 p (1969).
- 9) Whyte R. O.: The Gramineae in the paleoenvironment of East Asia, Whyte, R. O. (ed.); The evolution of the East Asian environment, 11, 622-650 (1984).
- 10) 安田喜憲: 「環境考古学事始」日本放送出版協会, 216 p (1980).
- 11) 安田喜憲: 気候変動, 加藤晋平他編「縄文文化の研究 1」雄山閣, 163-200 (1982).
- 12) 安成哲三, 藤井理行: ヒマラヤの気候と永河, 254 p, 東京堂出版 (1983).