

東北 日本 奥羽山脈 中央部 湯川沼의 花粉分析 研究

朴志焄* · 日比野絃一郎** · 金周龍*

*韓國地質資源研究院, **日本 宮城縣農業短期大學

Palynological Study of Yugawanuma Moor in the Central Oh-u Backbone Range, Northeastern Japan

Ji-Hoon Park*, Koichiro Hibino** and Ju-Yong Kim*

*Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Taejon, 305-350, Korea

**Miyagi Agriculture College, Sendai, 982-0215, Japan

요 약

동북 일본 奥羽山脈 중앙부의 第四紀 後期の 植生變遷 과정을 밝히기 위하여, 巖手縣 湯田町 湯川沼(北緯 39°15', 東經 140°45', 標高 590m)의 퇴적물을 대상으로 花粉분석을 실시하였다. 그 결과, 湯川沼 일대는 Y-I帶의 *Pinus-Picea-Betula*림(最終氷期 最盛期 末) → Y-II帶의 *Betula*림(晩氷期) → Y-III帶의 *Quercus-Betula*림(後氷期 初期) → Y-IV帶의 *Fagus*림(後氷期 中期) → Y-V帶의 *Fagus-Quercus-Cryptomeria*림(後氷期 後期)으로 變遷하였음을 알 수 있었다. 그리고 Y-I帶와 Y-II帶는 亞寒帶性 針葉樹林 時代, Y-III帶는 아한대성 침엽수림 시대에서 冷溫帶性 落葉闊葉樹林 時代로의 移行期, Y-IV帶는 냉온대성 낙엽활엽수림 시대, Y-V帶는 針葉·落葉闊葉混合林 時代に 대비되는 것도 알 수 있었다.

ABSTRACT

We have analyzed the pollen sequence since the end of Last Glacial Maximum at Yugawanuma moor. The Yugawanuma moor(39°15'N, 140°45'E) is situated in an closed depression of an old landslide about 590m a.s.l. near the boundary between Iwate and Akita Prefecture. The main results are as follows: Five forest zones have been distinguished, ① Y-I zone: *Pinus-Picea-Betula* zone (the subalpine forest · the end of the Last Glacial Maximum), ② Y-II: *Betula* zone (the subalpine forest · the Late Glacial), ③ Y-III: *Quercus-Betula-Ulmus/Zelkova* zone (the lower subalpine or the upper montane forest · R I), ④ Y-IV: *Fagus* zone (the cool temperate deciduous broad-leaved forest · R II), ⑤ Y-V: *Fagus-Quercus-Cryptomeria* zone (the mixed forest conifer and deciduous broad-leaved forest · R III).

서 론

지금까지 동북 일본은 日比野 外(1991)등에 의

해 많은 花粉분석들이 실시되었다. 그리하여 제4기 후기 동북 일본의 植生變遷은 상당히 명확하게 되었다. 그러나, 좀 더 구체적으로 살펴보면, 岩手

縣의 경우, 저지대에서는 Nagai moor(Yamanaka, 1973), Horikiri moor (Yamanaka, 1971), Kohma moor (Yamanaka, 1971) 등에 의하여 개략적인 식생변천은 밝혀졌지만, 奥羽山脈 중앙부에 해당하는 산지 지역에서는 연속적인 시료에 기초한 화분분석 연구는 그다지 많지 않다. 이 지역에서 행해진 선행연구로는 春子谷地濕原의 후빙기 植生史 報告(山中, 1972)와 蛇塚濕原의 최종빙기 최성기 이후의 식생사 보고(山中, 1978)가 있을 뿐이다. 그러므로 동북 일본의 岩手縣 산지 지역은 제4기 식생 변천사의 복원에 있어서 不明한 점이 많다. 따라서 본 연구에서는 奥羽山脈 중앙부에 위치하는 巖手縣 湯田町 湯川沼를 대상으로 화분분석을 실시하여 湯川沼 주변의 식생변천을 규명하고자 한다.

연구지역

湯川沼(북위 39°15', 동경 140°45')는 巖手縣 北上盆地的 西方, 巖手、秋田縣의 경계가 되

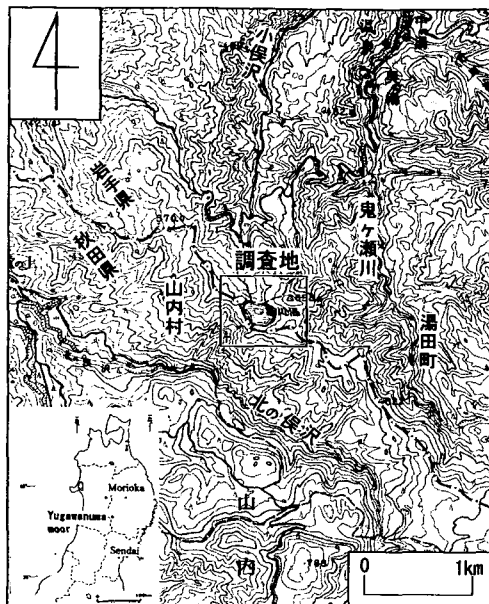


Fig. 1. Map of investigated area.

는 奥羽山脈의 능선 위에 위치한다(Fig. 1). 湯川沼는 대규모 랜드슬라이드(landslide)에 의해 형성된 閉塞凹地로서, 본 연구에서 사용하고 있는 閉塞凹地는 완전히 등고선으로 閉塞하고 배출하는 하천을 갖지 않은 凹地를 의미한다. 현재 연구 지역 주위에는 최근의 활동을 나타내는 랜드슬라이드의 微地形은 볼 수 없다. 지질은 주로 中新統 黑澤層의 사암, 이암, 석영안산암 그리고 花山層의 사암이다.

湯川沼의 유역면적는 7.5ha이고, 습원부의 地表面積는 2.3ha이다. 凹地底의 표고는 약 590m이고 요지 동쪽의 流域內의 최고 표고는 659m이다.沼의 수면은 직경 약 150 m로서 거의 원형을 이루고 있다. 이 습원은 高層濕原으로서 주위의 사면은 *Fagus crenata*林으로 되어 있다(文化廳, 1970).

湯川沼를 둘러싸고 있는 사면의 傾斜는 대략 20°정도이다. 습원의 東側斜面에서는 崩壞跡이 1개 認定되고, 이 골짜기의 出口에는 소규모 沖積錐가 형성되어 있다. 습원의 西側斜面에서도 比高는 작지만 소규모의 沖積錐狀의 地形이 형성되어 있다(朴, 2000).

연구방법

湯川沼의 西側斜面 基部로부터 동서 방향으로 Y-1~Y-7의 7지점에서 보링 굴삭을 실시하였다. 그리하여 각 보링 지점의 층서를 서로 대비하여 地質斷面圖 작성하였다(朴, 2000). 화분분석은 Y-5 지점에서 Hiller type hand borer를 사용해서 채취한 시료를 보링 코아로부터 10 cm 마다 약 1g를 채취하여, KOH-Acetolysis-ZnCl₂법을 이용해서 처리하였다. 檢鏡은 400배 이상으로 하였으며, 각 심도에서 *Alnus*을 제외한 수목화분을 250개 이상 同定하였다. 그리고 同定한 수목화분을 基數로 하여 화분의 백분율을 산출하였다.

그리고 Y-6 지점의 -165cm와 -505cm 層準에서 채취한 시료를 가지고 炭素年代測定을 실시하였다.

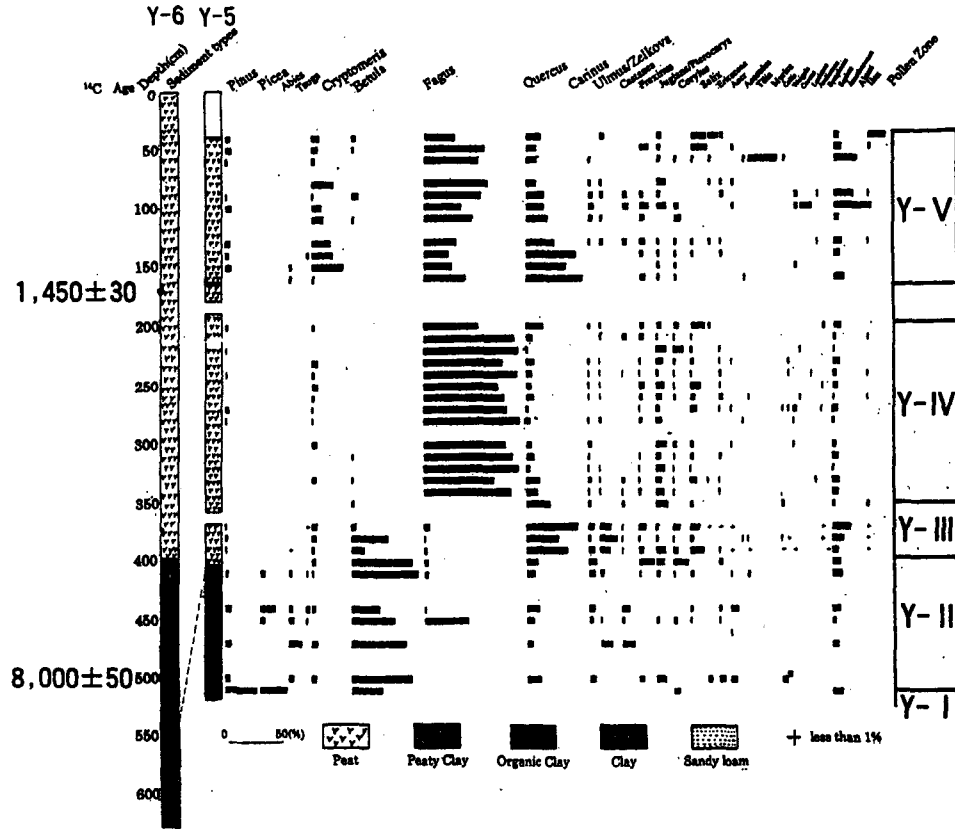


Fig. 2. Arboreal pollen diagram of the deposits from the Yugawanuma moor.

결 과

全層準을 통해서 검출되어진 화분과 포자의 종류는 樹木花粉 1科 29屬, 非樹木花粉 5科 13屬, 그밖에 孢子이다.

樹木花粉(AP) : *Pinus*, *Picea*, *Tsuga*, *Abies*, *Cryptomeria*, *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*, *Castanea*, *Acer*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Betula*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Ulmus/Zelkova*, *Tilia*, *Carpinus*, *Salix*, *Ilex*, *Cornus*, *Araliaceae*, *Ericaceae*, *Aesculus*, *Weigela*, *Myrica*, *Celtis*, *Sapium*, *Symplocos*

非樹木花粉(NAP) : Gramineae, Cyperaceae, Compositae, Liliaceae, *Lysichiton*, *Typha*, *Fagopyrum*, *Persicaria*, *Rumex*, Chenopodiaceae, *Drosera*, *Sanguisorba*, *Haloragis*, Umbelliferae,

Menyanthes, *Utricularia*, *Artemisia*, *Impatiens*

孢子(Spore) : 1-lete type spore, 3-lete type spore, *Sphagnum*

주요 수목화분의 消長으로부터, 아래와 같이 花粉帶를 구분할 수 있다(Fig. 2).

그리고 연대측정 결과 Y-6 지점의 -165cm와 -505cm 層準에서 각각 1,450 ± 30yr.B.P.(TH-1985)와 8,000 ± 50yr.B.P.(TH-1943)의 연대치를 얻었다.

한편, 추후 Y-6 지점의 시료에 대해서도 화분분석을 실시하였다. 그 결과, Y-5 지점의 -400cm에서 認定되는 Y-II帶(*Betula*림)와 Y-III帶(*Quercus-Betula*림)의 境界가 Y-6 지점의 -505 cm에서 확인되었다. 따라서 Y-6 지점의 -505 cm의 8,000 ± 50 yr.B.P.의 年代値를 Y-5 지점의 -400

cm의 年代値로 사용하기로 한다. 또한 Y-6 지점의 -165 cm에서 얻어진 1,450±50yr B.P.의 年代値는 당시의 토탄층이 현재와 똑같이 수평으로 퇴적되었다고 가정할 때, Y-5 지점의 같은 高度의 층준에 대비된다. 따라서, Y-6 지점의 -165cm의 1,450±50yrB.P. 年代値도 Y-5 지점의 -165cm 층준의 年代値로 사용하기로 한다.

화분대(Pollen zone)

1. Y-I: *Pinus-Picea-Betula*帶 (-520 ~ -510 cm)

1시료뿐이지만, 후술하는 Y-II帶와는 명확하게 구분된다. 침엽수 화분으로는 *Pinus*(소나무屬)와 *Picea*(가문비屬)가 우세하고, 이것에 낙엽활엽수 화분인 *Betula*(자작나무屬)를 동반한다.

2. Y-II: *Betula*帶 (-500 ~ -400cm)

Y-I帶에서 우세했던 *Pinus*와 *Picea*가 급감하고, 이것을 대신해서 *Betula*가 우세하게 되지만, 상위로 향해서 약간의 감소경향을 나타낸다. 그 밖의 낙엽활엽수 화분으로는 *Fagus*(너도밤나무屬)나 *Quercus*(참나무屬)등이 저율이지만, 연속해서 출현한다.

3. Y-III: *Quercus-Betula-Ulmus/Zelkova*帶 (-390 ~ -360cm)

Y-II帶에 比해서 *Quercus*가 급격히 우세하게 되고, 그 밖의 활엽수 화분인 *Ulmus/Zelkova*(느릅나무屬/느티나무屬), *Juglans*(가래나무屬), *Pterocarya*(굴피나무屬)등도 Y-II帶에 比해서 증가한다. 특히 *Ulmus/Zelkova*는 全其間에 걸쳐서 Y-III帶에서 가장 높다. *Betula*는 감소한다.

4. Y-IV: *Fagus*帶 (-350 ~ -200cm)

Y-III帶에 比해서 *Fagus*가 압도적으로 우세하지만, *Quercus*와 *Ulmus/Zelkova*는 현저히 감소한다. 또 *Betula*는 Y-IV帶의 초기에만 저율로 출

현한다. 침엽수 화분으로는 *Cryptomeria*(삼나무屬)가 Y-III帶와 똑같이 저율로 거의 연속적으로 출현한다.

5. Y-V: *Fagus-Quercus-Cryptomeria*帶 (-160 ~ -40cm)

Y-IV帶와 마찬가지로 *Fagus*가 우세하다. 그리고 일시 감소했던 *Quercus*가 다시 우세하게 되지만, Y-V帶 전체로 볼 때에는 상위를 향해서 서서히 감소한다. 그 밖의 활엽수 화분으로는, *Myrica*(소귀나무屬)가 심도-60cm의 층준에서 급격히 증가하고, *Alnus*(오리나무屬)가 이 帶의 中期부터 증가한다. 그리고 *Betula*는 중기 이후 저율로 출현한다. 한편, 침엽수 화분으로는 *Cryptomeria*가 증가하지만, 상위를 향해서 감소하는 경향을 나타낸다. *Pinus*는 거의 연속적이지만 저율로 출현한다.

고찰

식생변천

上記의 화분대 구분에 기초하여 湯川沼 주변의 과거로부터 현재까지의 식생변천을 추정하면 다음과 같다.

1. Y-I帶

Y-I帶에 출현하는 주요 화분의 母植物을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 *Pinus*에 대해서 알아보면, *P. parviflora*(섬잣나무)는 동북지방의 저지대로부터 亞高山帶까지, *P. pumila*(눈잣나무)는 아고산대로부터 高山帶까지, *P. densiflora*(소나무)는 巖手縣의 내륙부에 분포한다(林, 1960; 大井, 1965). 한편, 현재 關東·中部·四國의 저지대로부터 아고산대까지 분포하는 *P. koraiensis*(잣나무)의 大型 遺體가 동북지방의 後期 更新世에서도 발견되었다(Sohma, 1959; 關東ローム研究會·信州ローム研究會, 1962). 이상으로부터 Y-I帶에서 검출된 *Pinus*의 화분의 母樹은, 그 생태적 분포특성을 고려하면, 주로 *P. parviflora*, *P.*

pumila, *P. koraiensis*로 추정된다.

*Picea*에 대해서 살펴보면, 현재 동북지방에서는 *P. glehni*가 巖手縣 北上山地의 早池峰山 사면의 해발 1,000~1,100 m 부근에 분포하고, *P. polita*와 *P. jezoensis*(가문비나무)가 福島縣에 분포한다(林, 1960). 또, *P. glehni*와 *P. koyami*는 *Pinus koraiensis*나 *Larix Leptolepis*(일본잎갈나무)등과 함께 巖手縣 남부의 최종빙기 퇴적물층 속에서 발견되었다(關東口一ム研究會·信州口一ム研究會, 1962). 따라서, Y-I帶에서 검출된 *Picea* 화분의 母樹는 *P. glehni*, *P. polita*, *P. koyami*로 생각된다.

*Betula*에는 *B. ermanii*(사스래나무)와 *B. platyphylla*(만주자작나무)가 있다. 아고산대의 삼림을 구성하는 주요 수종인 *B. ermanii*는 巖手縣 内の 1,000 m 이상의 산지에 분포한다. 그리고 火山礫地나 급사면의 崩壞地 등의 특수한 토지조건에서도 거의 純林狀態로 立地한다(大井, 1965; 岩手植物の會, 1971). 한편, *B. platyphylla*는 北上山地의 북부에서 잘 발달하고 奥羽山脈에서도 局所的으로 출현한다. 이상으로부터 Y-I帶에 검출된 *Betula* 화분의 母樹는 대부분이 *B. ermanii*(일부 *B. platyphylla*)로 추정된다.

이와 같은 樹種으로 된 삼림은 현재의 아고산대 삼림과 유사하다. 따라서 Y-I帶는 아고산대성 침엽수림 시대에 대비된다. 선행연구와 비교하면, Y-I帶는 最終水期 最盛期의 화분대(혹은 식생대)로 認定되는 Nagai moor (Yamanaka, 1973)의 *Betula-Conifer-fern Zone*, 혹은 蛇塚濕原(山中, 1978)의 *Betula-Pinus-Abies* 時代에 대비된다. 그러나 본 연구의 연대 자료로는 Y-I帶의 종료연대를 추정하는 것은 어렵다.

2. Y-II帶

Y-II帶에서 검출된 *Betula* 화분의 母樹은, Y-I帶에서 설명한 것처럼, 그 대부분이 *B. ermanii*(일부 *B. platyphylla*)에서 유래했다고 생각된다. 따라서 Y-II帶의 삼림은 현재의 아고산대 삼림과 비슷할 것으로 추정된다. 그러므로 Y-II帶도 Y-I帶와 똑같이 아한대성 침엽수림 시대에 대비된다.

Y-II帶는 주변지역의 선행연구 중에서 晩水期의 화분대로 간주되는 Nagai moor (Yamanaka, 1973)의 Mixed forest-fern Zone과 *Fagus-Carpinus Zone*, Kohma moor (Yamanaka, 1971)의 *Pinus-Picea-Abies-Betula* stage, 蛇塚습원(山中, 1978)의 *Abies-Picea-Pinus* 시대에 대비된다. 본 연구에서는 Y-II帶의 종료시기로서 약 8,000 yr.B.P. 연대가 구해졌다.

3. Y-III帶

Quercus 화분 중에서 현재 동북지방의 삼림 구성요소로서 중요한 것은, *Q. serrata*(졸참나무)와 *Q. mongolica* var. *grosseserrata*(물참나무)이다. 현재 식생의 분포를 보면, 표고 약 300m을 경계로 표고가 높은 지역에서는 *Q. mongolica* var. *grosseserrata*, 표고가 낮은 지역에서는 *Q. serrata*가 탁월하게 분포한다. 따라서, Y-III帶에 검출된 *Quercus* 화분의 母樹는 *Quercus*의 생태적 분포특성과 湯川沼의 표고를 고려하면, 주로 낙엽형의 *Q. mongolica* var. *grosseserrata*라고 생각된다.

Betula 화분의 모수는, 전술했던 것처럼, 그 대부분이 *B. ermanii*(일부 *B. Platyphylla*)에서 유래한다고 생각된다. 그리고 *Ulmus/Zelkova* 화분의 母樹는 생태적 분포특성을 고려하면, 동북지방에서는 주로 *U. davidiana* var. *japonica*(느릅나무)와 *Z. serrata*(느티나무)로 생각된다(日比野, 1987). 이와 같은 수종으로 된 삼림은, 전술했던 Y-II帶(아한대성 침엽수림)에서 後術할 Y-IV帶(냉온대성 낙엽활엽수림)로의 이행기 삼림의 성격이 강하다. 따라서, Y-III帶는 현재의 아고산대 하부 또는 山地帶 상부에 대비된다. Y-III帶의 퇴적시기는 약 8,000yr.B.P.에서 6,900yr.B.P. 사이로 추정된다.

이와 같은 花粉組成으로부터 볼 때, 기존 보고 중에서 Y-III帶는 Nakamura(1952)의 RI(後水期前期)로 추정되는 春子谷地의 *Betula-Quercus* stage(山中, 1972)에 대비된다.

따라서 약 8,000~약 6,900yr.B.P. 시기에 湯川沼 일대는, *Q. mongolica* var. *grosseserrata*, *F. crenata*, *U. davidiana* var. *japonica*·*Z. serrata* 등으로 된 삼

림에 의해서 피복되어 있었다고 생각된다.

4. Y-IV帶

*Fagus*는 *F. crenata*와 *F. japonica*가 있다. 현재 표고 약 300~400m 부근을 경계로 표고가 높은 곳에서는 *F. crenata*, 표고가 낮은 곳에서는 *F. japonica*가 탁월하게 분포하고 있다. 따라서, 현재의 생태적 분포특성과 湯川沼의 표고로부터 추정할 때, *Fagus* 화분의 대부분은 *F. crenata*에서 유래했다고 생각된다. 이와 같은 *F. crenata*로 된 삼림은 현재 냉온대기후 下의 極相林을 나타내는 삼림형과 비슷하다. 그리고 Y-IV帶의 퇴적시기는 약 6,900yr.B.P.에서 2,400yr.B.P. 사이로 추정된다.

Y-IV帶의 화분조성과 퇴적시기로 판단할 때, Y-IV帶는 주변지역에서 행해진 既存報告 중에서 R II (後水期 中期)로 간주되는 Nagai moor (Yamanaka, 1973)의 *Quercus-Alnus-fern* Zone과 春子谷地 (山中, 1972)의 *Quercus-Fagus* stage와 *Quercus* stage에 대비된다. R II와 R III의 경계는, 安田 (1973a, b), 日比野 · 加藤 (1975), Yamanaka (1978) 등에서는 3,500~2,000yr.B.P.로 설정되어 있다. 본 분석결과도 이들 선행연구와 거의 똑같은 연대가 얻어졌다.

따라서 약 6,900~2,400yr.B.P. 시기에 湯川沼의 주변은 *F. crenata*에 의해서 덮혀 있었다고 추정된다.

5. Y-V帶

Cryptomeria 화분의 現生種은 *C. japonica*(삼나무)이다. 동북지방의 천연분포는, 年間 降水量 2,000~2,500mm의 日本海側이 중심이다(塚田, 1987). *Fagus*와 *Quercus* 화분은, 그 대부분이 *F. crenata*와 *Q. mongolica* var. *grosseserrata*에서 유래했다고 생각되지만, *Quercus* 화분에는 *Q. serrata*에서 유래된 것도 포함될 가능성이 있다. *Q. serrata*는 인위적으로 식생이 파괴된 후에 침입하기 쉬운 식물로, 현재의 湯川沼 주변에서는 *Q. mongolica* var. *grosseserrata*에 섞여서 *Q. serrata*도 분포한다(山中, 1972). 따라서, Y-V帶에서 검

출된 *Quercus* 화분 중에는 *Q. serrata*에서 유래된 것이 포함되어 있다고 보는 것이 타당하다. 그러므로 이와 같은 수종으로 된 삼림은 침엽 · 낙엽활엽 혼합림 시대에 대비된다. 그리고 Y-V帶의 퇴적시기는 약 2,400yr.B.P. 이후이다.

Y-V帶의 화분조성과 퇴적시기로 볼 때, Y-V帶는 연구지역 주변에서 보고된 선행연구 중에서 R III (後水期 後期)로 생각되는 Nagai moor (Yamanaka, 1973)의 *Pinus-Cryptomeria-herbfern* Zone과 春子谷地 (山中, 1972)의 *Fagus-Cryptomeria* stage, Horikiri moor (Yamanaka, 1971)의 *Pinus-Cryptomeria-Quercus* stage, Kohma moor (Yamanaka, 1971)의 *Cryptomeria-Quercus-Fagus* stage에 대비된다.

따라서, 약 2,400yr.B.P. 이후 湯川沼 주변은 *F. crenata*, *Q. mongolica* var. *grosseserrata* · *Q. serrata*, *C. japonica* 등으로 된 삼림으로 피복되어 있었다고 생각된다.

결론

湯川沼 주변의 과거로부터 현재까지의 식생은 Y-I帶의 *Pinus-Picea-Betula* 林 (최종빙기 최성기 말) → Y-II帶의 *Betula* 林 (만빙기 : 약 8,000 yr.B.P. 이전) → Y-III帶의 *Quercus-Betula* 林 (후빙기 초기 : 약 8,000~6,900yr.B.P.) → Y-IV帶의 *Fagus* 林 (후빙기 중기 : 약 6,900~2,400 yr.B.P.) → Y-V帶의 *Fagus-Quercus-Cryptomeria* 林 (후빙기 후기 : 약 2,400yr.B.P. 이후)로 변천되어 왔다. 그리고 Y-I帶와 Y-II帶는 아한대성 침엽수림 시대(아고산대), Y-III帶는 아한대성 침엽수림 시대에서 냉온대성 낙엽활엽수림 시대로의 이행기(아고산대 하부 또는 산지대 상부), Y-IV帶는 냉온대성 낙엽활엽수림 시대(산지대), Y-V帶는 침엽 · 낙엽활엽혼합림 시대에 대비된다.

사사

본 논문의 작성에 있어서 많은 지도를 해 주신

(日本) 東北大學 地理學教室の 田村俊和 教授
님과 공州대학교 地理教育科의 崔成吉 教授님께
감사 드립니다.

참고문헌

- 巖手植物の會. 1971. 「巖手植縣物誌. 3 東北」. 大井次三郎. 1965. 日本植物誌. 東京.
- 關東ローム研究會, 信州ローム研究會. 1962. 花泉層の堆積環境とその地質時代について(2), 地球科學. 63, 10-18.
- 塚田松雄. 1987. 第四紀後期の植生變遷史. 宮脇編 「日本生態學會誌. 3 東北」. 93-126.
- 中山知子, 宮城豊彦. 1984. 閉鎖系堆積物からみた最終氷期中葉以降の環境變化と斜面發達過程-山形縣川樋盆地-. 東北地理. 36, 25-38.
- 林弥榮. 1960. 日本産針葉樹の分類と分布. 農林出版 kk, 233.
- 日比野絃一郎. 1987. 森林の變遷に関する花粉分析的研究. 原生林保存對策學術調查委員會編. 原生林保存對策學術調查報告書, 101-122.
- 日比野絃一郎, 加藤君雄. 1975. 秋田縣女瀉および横手盆地の花粉分析. 秋田縣立博物館調查報告. 秋田縣教育委員會, 1-15.
- 日比野絃一郎, 守田益宗, 宮城豊彦, 八木浩司. 1991. 山形縣川樋盆地における120,000年B.P. 以降の植生變遷に関する花粉分析的研究. 宮城縣農業短期大學學術報告, 39, 35-39.
- 文化廳. 1970. 天然記念物緊急調査. 植生圖. 「主要動植物地圖. 3 巖手縣」.
- 安田喜憲. 1973a. 阿武隈川下流域における繩文時代の自然環境の變遷と人類-とくに繩文時代早期~中期を中心として-. 東北地理. 31, 51-63.
- 安田喜憲. 1973b. 菅生田遺跡周辺の自然環境. 宮城縣教育委員會. 菅生田遺跡調査既報, 6-17
- 山中三男. 1972. 巖手縣低地帶濕原の花粉分析的研究(II)-春子谷地濕原-. 日本生態學會誌. 22, 170-179.
- 山中三男. 1978. 東北地方の第四紀堆積物の花粉分析(III)-北上山地・蛇塚濕原-. 吉岡邦二博士 追悼植物生態學會誌, 489-498.
- 朴志焄. 2000. 奥羽山脈中央部における後氷期の氣候環境變動と地表面の攪亂-閉塞凹地堆積物の層相構造・花粉分析によるアプローチ-. (日本) 東北大 博士論文, 113.
- Nakamura, J. 1952. A Comparative study of Japanese pollen records. *Res. Rep. Kochi Univ.*, 1, 1-20.
- Park, J. H. and Hibino K., 1999. Pollen analytical study of earth surface environment change in the central Ohu Mountains, Northeastern Japan-With special reference to *Ulmus/Zelkova*-(Abstract). *Proceedings Korea-Japan/Japan-Korea Geomorphological Conference*, 136-139.
- Sohma, K. 1959. On woody remains from a Pleistocene peaty lignite at Otai, Aomori Prefecture. *Ecological Review*, 15, 67-70.
- Yamanaka, M. 1971. Pollen analytical studies of moors in the lowlands in Iwate Prefecture. *Ecological Review*, 17, 273-278.
- Yamanaka, M. 1973. Pollen analytical studies of moors in the lowlands in Iwate Prefecture. III. Nagai moor. *Science Reports Tohoku University 4th ser.(Biology)*, 36, 231-239.
- Yamanaka, M. 1978. Vegetational history since the late Pleistocene in Northeast Japan. I. Comparative studies of the pollen diagram in the Hakkoda Mountains. *Ecological Review*, 19, 1-36.

(Accepted: 26th November, 2001)