

# 濕地 堆積物의 花粉組成과 無機質含量으로 본 東北 日本의 後氷期 斜面崩壞 履歷

朴志焄\*, 田村俊和\*\*, 日比野紘一郎\*\*\*, 宮城豊彦\*\*\*\*

公州大學校 師範大學 地理教育科\*, (日本)立正大學校地球環境科學部環境システム學科\*\*,  
(日本)宮城縣農業短期大學\*\*\*, (日本)東北學院大學教養學部地域構想學科\*\*\*\*

## Recurrence History of Slope Failure during the Holocene in Northeastern Japan

- with Special Focus on Pollen Composition and Inorganic Material Content of Moor sediments -

Ji-Hoon Park\*, Toshikazu Tamura\*\*, Koichiro Hibino\*\*\*, and Toyohiko Miyagi\*\*\*\*

Dept. of Geography Education, Kongju National University\*, Dept. of Environment Systems, Rissho University\*\*,  
Miyagi Agriculture College\*\*\*, Dept. of regional planning, Tohoku Gakuin University\*\*\*\*

**요약** : 東北 日本의 후빙기 사면붕괴 이력을 복원하기 위하여 3지역(川樋盆地, 茂庭·高田濕原, 根白石濕原)의 습지 퇴적물의 화분조성과 무기질함량을 대상으로 安定-不安定 曲線 그래프(이하 S-U曲線)와 灼熱減量 曲線 그래프(이하 IL曲線)를 작성하였다. 그 결과, S-U曲線에 의하면 사면붕괴 발생빈도가 높은 시기는 川樋盆地에서는 약 5,600~4,670yrB.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서는 약 6,390~5,070yrB.P.와 약 4,750~3,800yrB.P.의 2회, 根白石濕原에서는 약 6,630~6,070yrB.P., 약 5,890~5,360yrB.P. 및 약 5,000~4,650yrB.P.의 3회가 확인되었다. 그리고 IL曲線에 의하면 사면붕괴 발생빈도가 높은 시기는 川樋盆地에서는 약 5,600~5,140yrB.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서는 약 6,390~6,170yrB.P.와 약 4,750~2,840yrB.P.의 2회가 확인되었다. 이와 같은 분석결과는 선행연구에서 조사지역의 지형·지질단면도로부터 추정된 결과와 매우 유사한 경향을 나타내는 것으로 판명되었다.

주요어 : 습지 퇴적물, 화분조성, 무기질함량, 후빙기, 사면붕괴

**Abstract** : The stable-unstable curve graph (S-U curve) and the ignition loss curve graph (IL curve) for pollen composition and inorganic material content in three areas (namely, Kawadoi Basin, Moniwa-Takada moor, and Nenoshiroishi moor) were prepared to reconstruct the recurrence history of slope failure during the Holocene in Northeastern Japan. Through the S-U curve, a period with a high slope failure frequency of 5,600~4,670yrB.P. was identified in Kawadoi Basin, two of 6,390~5,070yrB.P. and 4,750~3,800yrB.P. in Moniwa-Takada moor, and three of 6,630~6,070yrB.P., 5,890~5,360yrB.P., and 5,000~4,650yrB.P. in Nenoshiroishi moor. Through the IL curve, a period with a high slope failure frequency of 5,600~5,140yrB.P. was identified in Kawadoi Basin, and two of 6,390~6,170yrB.P. and 4,750~2,840yrB.P. in Moniwa-Takada moor. Most of above-mentioned periods were included in the period of slope instability in precedent studies. However, the periods with high slope failure frequency in this study were rather different from those in precedent studies. The times and numbers associated with these periods in each study area also showed discrepancies. Accordingly, to achieve the above-mentioned purpose, more case studies must be performed to improve the reconstruction level of slope failure frequency, which could be explained through the analysis of pollen composition and inorganic material content.

Key Words : moor sediments, pollen composition, inorganic material content, Holocene, slope failure

## I. 서론

현 단계에서 화분분석으로 東北 日本의 後氷期 중 보다 미세한 기후변화, 특히 강수량 변화를 복원한다는 것은 어렵다. 그러나 기후변화 등에 대응한 사면의 불안정기가 있다고 가정하면, 그것은 사면으로부터 물질 공급량의 변화로서 閉鎖窪地<sup>1)</sup> 등의 퇴적물 속에 화분조성의 변화와 함께 기록되어 있을 것이다.

이 생각에 기초하여 과거에 일어난 사면변화를 추정한 연구들(宮城 외, 1979; Miyagi et al., 1981; 中山·宮城, 1984; 宮城 외, 1995; Park J. H., 2000; Park J. H., 2002; 林志焄, 2002; 林志焄, 2003a; 林志焄, 2003b 등)이 있다. 그들에 의하면 후빙기에는 토사의 공급이 수 천년에 1회의 비율로 반복된다. 즉 晩氷期 이후 3회의 사면의 不安定期(11,000~8,700yrB.P., 6,000~4,000 (또는 2,500) yrB.P., 2,500(또는 1,000)yrB.P. 이후)가 확인되었고, 이 중 6,000~5,000yrB.P.의 후빙기 氣候好轉期(climatic optimum)는 현저한 削剝量의 증대기인 것으로 밝혀졌다.

그러나 이 방법으로는 근접했던 시기에 유역내의 다른 부분에서 발생했던 複數回에 걸친 삭박작용의 결과가 1매의 토탄층에 기록되어 있을 가능성 등, 時間的·空間的 分解能에 대해서 검토가 필요하다.

따라서 본고에서는 東北 日本의 후빙기 사면붕괴 이력을 복원하기 위한 기초연구로써 川樋盆地, 茂庭·高田濕原, 根白石濕原의 습지 퇴적물의 화분조성과 무기질함량을 이용하여 후빙기의 사면붕괴 발생빈도가 높은 시기와 횟수를 추정하고자 한다.

## II. 지형 및 식생 개관

### 1. 지형 개관

東北 日本은 奥羽山脈에 연한 火山列을 경계로 화산이 없는 태평양측인 外帶와 화산을 동반한 東海(日本海)측인 內帶으로 구분된다(Fig. 1). 外帶와 內帶은

지형·지질 뿐만 아니라 제4기의 지반운동, 암석의 풍화나 침식상황, 사면의 구성, 기후에 이르기까지 다양한 차이가 나타난다. 전형적인 脊梁山脈인 奥羽山脈은 주능선이 北關東으로부터 東北 日本을 남북으로 450km에 달하는 일본에서 가장 긴 산맥이다. 이 산맥은 표고 1,500~2,000m의 화산과 급준한 산맥이 뚜렷이 이어진다(地すべり學會東北支部, 1992).

연구지역은 東北 日本의 奥羽山脈 중앙부 부근에서 발표된 기존 화분분석 보고 중에서 복수의 시추자료에 기초하여 와지 퇴적물의 단면이 명확하게 되어 있고 또한 화분분석에 의하여 와지 주변의 식생변천에 대해서도 잘 연구되어 있는 3지역의 폐쇄와지<sup>1)</sup>이다. 川樋盆地(中山知子·宮城豊彦, 1984)는 山形縣 南陽市の 最上川 수계의 지류, 前川の 최상류부에 위치하는 소규모 분지로서 완전히 폐쇄된 것은 아니다. 유역면적은 1,200ha, 분지저의 습원부 면적은 100ha로서 전술한 3개의 폐쇄와지에 비하여 훨씬 넓다. 분지저의 표고는 약 280m, 유역내 최고 표고는 737m이다. 武庭·高田濕原(宮城豊彦 외, 1979)은 宮城縣 仙臺市에 위치한다. 와지의 집수면적은 7ha, 습원부의 지표면적은 1ha, 와지저의 고도는 약 185m이다. 유역내의 비고는 100m 이상이고, 주위 사면의 평균경사는 30°를 넘는다. 와지저를 향하여 진출하는 소규모 층적추를 볼 수 있다. 根白石濕原(宮城豊彦 외, 1979)은 武庭·高田濕原의 경우와 똑같이 宮城縣 仙臺市에 위치한다. 와지의 집수면적은 29ha, 습원부의 지표면적은 9ha, 와지저의 고도는 약 270m이다. 유역내의 비고는 약 180m이고, 주위사면의 평균경사는 30°를 넘는다.

### 2. 식생 개관

東北 日本은 산지의 일부를 제외하고는 기온상으로 대부분이 냉온대에 속한다(Fig. 1). 東海(日本海)측은 동계에 눈이 많이 내리는 日本海型的 기후이다. 표고 200m 내외의 저지까지 *Fagus crenata*림(*F. crenata*-*Sasa borealis*(조릿대) 군락)이나 *F. crenata*·*Quercus mongolica*(신갈나무)림이 산지

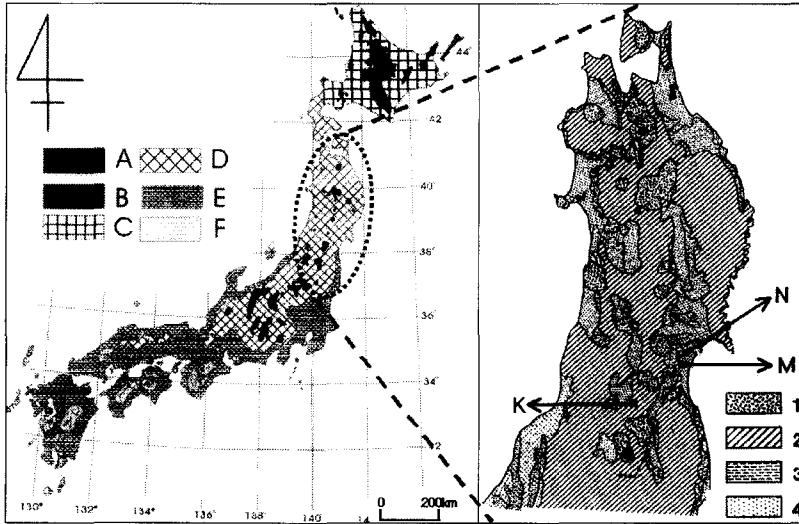


Fig. 1. 연구지역

왼쪽 그림은 일본의 식생도(吉岡, 1973을 수정 가필)임. 오른쪽 그림은 東北 日本의 지형분포도(地すべり學會東北支部, 1992를 수정 가필)임. 왼쪽 그림의 범례 A, B, C, D, E, F는 각각 고산식생, 아고산(아한대) 침엽수림, 북방 침·활혼효림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림, Abies·Tsuga림을 의미함. 점선으로 된 타원형의 내부가 대략적인 東北 日本에 해당됨. 오른쪽 그림의 범례 1, 2, 3, 4는 각각 火山地, 산지, 구릉지, 대지·저지를 의미함. K, M, N는 川樋盆地, 武庭·高田濕原, 根白石濕原을 의미함.

대의 극상군락으로서 넓게 발달하고 있다. 이 *F. crenata*림 지대에서는 溪谷底의 붕적토, 안정된 층적토에는 *Pterocarya rhoifolia*·*Aesculus turbinata*(칠엽수)·*Cercidiphyllum japonicum*(계수나무)림이, 그리고 능선이나 노암지에는 *Pinus pentaphylla*과 같은 오염송림을 볼 수 있다. 그리고 山形縣과 秋田縣의 경계부근, 秋田縣내에는 *Thujopsis dolabrata* var. *hobdai*, *Thuja standishii*가 일부 섞인 *Cryptomeria japonica*(삼나무)림을 볼 수 있다. 東北 日本의 남부인 福島縣 浜通り지역은 매우 온난한 기후로서 太平洋型의 기후지역에 해당된다. 이 지역도 *F. crenata*림이 성립하지만 日本海型과는 종구성이 다르다. 이와 같은 극상삼림은 특히 *F. crenata*림 지대의 중부 이하에서는 인위적 간섭을 많이 받았기 때문에 넓은 지역에 걸쳐 *F. crenata*가 소멸해 버리고, 代償植生으로서 *Pinus densiflora*(소나무)림, *Castanea crenata*(밤나무)·*Q. serrata*(졸참나무)림이, 특히 표고가 높은

지역에서는 신갈나무림이 2차림으로서 지배적이다. 그리고 식림으로서 소나무와 삼나무가 넓게 분포하고 있으며, 특히 표고가 높은 지역에서는 *Larix leptolepis*(일본잎갈나무)가 주요 조림수종이다.

해발고도 약 1100~1500m의 산지지역은 아고산대이다. 다설이고 계절풍의 영향을 강하게 받는 岩木山, 船形山 등에서 *Fagus crenata*림은 상부에서 특유의 저목림으로 되어 삼림한계에 이르고, 그 상부는 본래 아고산대의 표고임에도 불구하고 고목림은 거의 없이 *Acer tschonoskii*, *Sorbus commixta*(마가목) 등으로 된 아고산대성 낙엽 저목림이나 섬조릿대가 넓게 발달하고 있다. 특이한 침엽수림으로는 예전부터 빙기에 本州 북부에 넓게 분포하고 있었던 *Abies mariesii*의 遺存林이 早池峰山 北面의 표고 1,100m에서 볼 수 있다. 한편, 현재 층적평야는 논이나 밭 등의 경작지대로 이용되고 있다(安田喜憲·三好教夫, 1998).

### III. 분석결과

#### 1. 安定斜面花粉과 不安定斜面花粉

조사지역의 화분분석에 의해 추출된 목본화분을 安定斜面에 입지한 수목화분(이하 安定斜面花粉), 不安定斜面에 입지한 수목화분(이하 不安定斜面花粉) 그리고 河川邊에 입지한 수목화분(이하 河川邊花粉)으로 구분하고, 그들 출현율에 근거하여 安定-不安定 曲線 그래프(이하 S-U 곡선)를 작성하였다.<sup>2)</sup>

##### 1) 川樋盆地

S-U곡선을 安定斜面花粉·不安定斜面花粉의 출현율 상호 증감에 의해 安定期·不安定期로 구분해 보면, 中山·宮城(1984)의 자료에 기초한 S-U곡선(이하 KD1의 S-U곡선)과 日比野 외(1991)에 기초한 S-U곡선(이하 KD2의 S-U곡선)에서 모두 1회의 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가가 확인된다

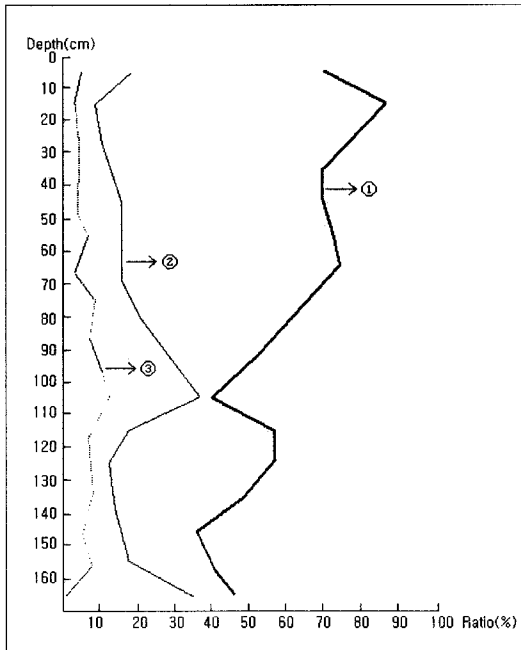


Fig. 2. 川樋盆地의 KD1의 S-U曲線

① 安定斜面花粉 出現率, ② 不安定斜面花粉 出現率, ③ 河川邊花粉 出現率.

(Fig. 2, Fig. 3).

KD1의 S-U곡선의 경우, 지표하 120~111cm의 층준에서 不安定斜面花粉 출현율이 급격히 증가하는데 지표하 110~101cm의 층준에서 그 비율(37%)이 최고에 달한다. 그리고 KD2의 S-U곡선의 경우, 不安定斜面花粉 출현율은 지표하 90~71cm 층준에서 급격히 증가하여 지표하 80~71cm 층준에서 그 비율이 40%로써 최고에 달한다.

따라서 川樋盆地에서 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가기는 약 5,600~4,670yrB.P.이고, 특히 4,670yrB.P.의 시기가 不安定斜面花粉 출현율의 절정기이다.

##### 2) 茂庭·高田濕原

宮城 외(1979)의 자료에 기초한 S-U곡선(이하 MT의 S-U곡선)에서 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가는 2회 확인된다(Fig. 4). 즉, MT의 S-U곡

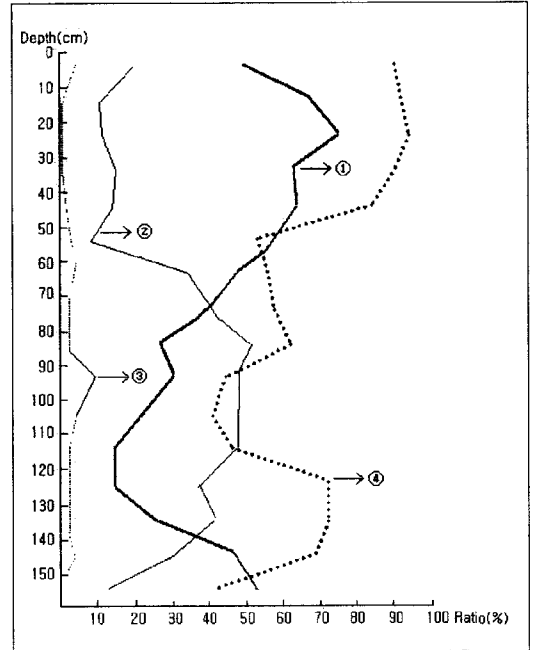


Fig. 3. 川樋盆地의 KD2의 S-U曲線과 IL曲線

① 安定斜面花粉 出現率, ② 不安定斜面花粉 出現率, ③ 河川邊花粉 出現率, ④ IL曲線

선에 의하면 지표하 약 265~241cm(약 4,275~3,480yrB.P.) 층준을 제외하고 전 층준에서 安定斜面花粉 출현율이 不安定斜面花粉 출현율보다 높다. 不安定斜面花粉 출현율은 지표하 340~291cm(약 6,390~5,070yrB.P.)와 지표하 280~251cm(약 4,750~3,800yrB.P.) 층준에서 증가한다. 특히 그 출현율은 지표하 260~251cm 층준에서 46%로써 최고치에 달한다.

### 3) 根白石濕原

宮城 외(1979)의 자료에 기초한 S-U곡선(이하 NSI의 S-U曲線)에서는 3회의 불안정기가 확인된다(Fig. 5). 즉, NSI의 S-U곡선에 의하면 不安定斜面花粉 출현율이 지표하 440~401cm(약 6,630~6,070yrB.P.), 390~361cm(약 5,890~5,360yrB.P.) 및 340~321cm(약 5,000~4,650yrB.P.) 층준에서 증가한다. 또한 그 출현율은 410~395cm(약 6,210~

5,980yrB.P.), 380~345cm(약 5,710~5,090 yrB.P.) 및 330~320cm(약 4,820~4,650yrB.P.)에서 安定斜面花粉의 출현율을 상회한다.

### 2. 무기질함량

川樋盆地와 茂庭·高田濕原에서는 宮城 외(1979)와 Miyagi et.al.(1981)등에 의해 보고됐던 자료를 기초로 하여 IL곡선을 작성했지만 根白石濕原에서는 작열감량 분석 자료가 없어서 작성할 수 없었다.

#### 1) 川樋盆地

川樋盆地의 IL곡선은 무기질함량의 증감에 의해서 I帶(지표하 140~91cm), II帶(지표하 90~51cm) 및 III帶(지표하 50~0cm)로 구분된다(Fig. 3).

후빙기 중기 화분대인 RII에는 II帶에 있어서 1회의 급격한 무기질함량이 증가하는 층준이 발견된다. 즉, 지표하 90~81cm(약 5,600~5,140yrB.P.) 층준

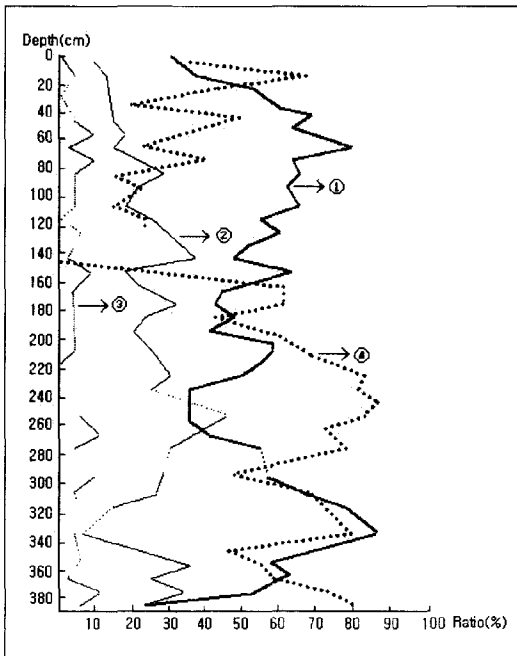


Fig. 4. 茂庭·高田濕原의 S-U曲線과 IL曲線

① 安定斜面花粉 出現率, ② 不安定斜面花粉 出現率, ③ 河川邊花粉 出現率, ④ IL曲線

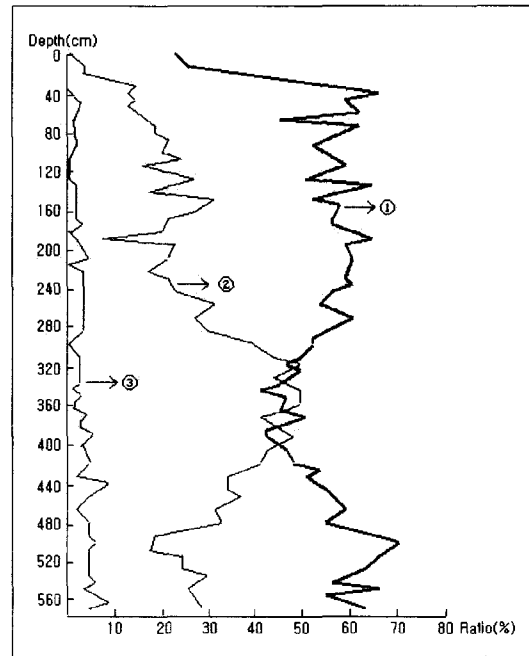


Fig. 5. 根白石濕原의 S-U曲線과 IL曲線

① 安定斜面花粉 出現率, ② 不安定斜面花粉 出現率, ③ 河川邊花粉 出現率

에서 무기질함량이 급격히 증가(63%)한 후에 서서히 감소한다.

## 2) 茂庭·高田濕原

茂庭·高田濕原의 IL곡선은 무기질함량 증감에 의해서 I 帶(지표하 340~181cm), II 帶(지표하 180~141cm) 및 III 帶(지표하 130~0cm)로 구분된다(Fig. 4).

화분대 RII에 대비되는 I帶는 2회의 급격한 무기질함량이 증가하는 층준이 확인된다. 즉, 지표하 340~331cm(약 6,390~6,170yrB.P.) 층준에서 무기질함량이 급격히 증가(80%)한 후에 서서히 감소한다. 그리고 지표하 280~221cm(약 4,750~2,840yrB.P.) 층준에서도 유사한 경향이 나타난다.

## IV. 고찰

### 1. S-U곡선으로부터 본 후빙기 사면붕괴 발생빈도

S-U곡선을 작성하기 위해 구분한 화분 유형은 각각 사면에서 식물의 입지 조건을 나타내고 있다. 따라서 安定斜面花粉과 不安定斜面花粉의 출현율이 안정 사면에 생육하는 식물군락(또는 안정사면)과 불안정사면에 생육하는 식물군락(또는 불안정사면)의 面積當優點度를 의미하므로 그 출현율의 변동으로부터 사면의 안정기·불안정기를 추정할 수 있다고 생각된다.

후빙기 중기에 대비되는 전국적 花粉帶인 RII(Nakamura, 1952)의 시기는 현재와 거의 같은 온난·습윤기후하에서 식생이 확립된 것으로 보인다. 그러므로 그 시기에 산지·구릉지에서 불안정사면화분의 출현율이 증가했던 요인은 현재와 거의 동일 기후하에서 사면붕괴의 빈발이라고 생각된다. 따라서 현재의 산지·구릉지의 미지형에 대응한 식물의 입지를 기준으로 하여 S-U곡선의 화분조성으로부터 당시의 사면붕괴 발생빈도를 추정할 수 있다.

川樋盆地에서는 1회의 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가가 확인된다(Fig.1, 2). 그 증가기는 약

5,600~4,670yrB.P.로써 KD1의 S-U곡선에서는 지표하 120~101cm 층준, KD2의 S-U곡선에서는 지표하 90~71cm 층준에서 인정된다. 茂庭·高田濕原에서는 2회의 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가가 확인된다(Fig.2, 3). 그 증가기는 MT의 S-U곡선에서 지표하 340~291cm 층준과 지표하 280~251cm 층준에서 인정된다. 시기적으로는 각각 약 6,390~5,070yrB.P.과 약 4,750~3,800yrB.P.에 대비된다(Fig. 4). 根白石濕原에서는 3회의 급격한 不安定斜面花粉 출현율의 증가가 확인된다. 그 증가기는 NSI의 S-U곡선에서 지표하 440~401cm, 390~361cm 그리고 340~321cm 층준에서 인정된다. 시기적으로는 각각 약 6,630~6,070 yrB.P., 약 5,890~5,360yrB.P. 및 약 5,000~4,650 yrB.P.에 대비된다(Fig. 5).

3지역 모든 S-U곡선에서 상대적으로 불안정한 사면에 입지하는 식물의 화분 그룹 출현율이 급격히 증가한 후에 서서히 감소한다는 사실은 각 조사지역의 퇴적구조에서 砂泥과 같은 무기질의 진출경향과 잘 조화된다. 따라서 S-U곡선에 의하면 붕괴발생이 빈발했던 시기는 川樋盆地에서 약 5,600~4,670yr B.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서 약 6,390~5,070yr B.P.와 약 4,750~3,800yrB.P.의 2회, 根白石濕原에서 약 6,390~6,070yrB.P., 약 5,890~5,360yrB.P. 및 약 5,000~4,650yrB.P.의 3회였다고 추정된다(Fig. 6).

### 2. IL곡선으로부터 본 후빙기 사면붕괴 발생빈도

조사지역과 같은 폐쇄와지의 매적과정에서 토탄층이 형성된 영역에 토사가 진출하는 현상을 보인다면 그것은 작열감량의 감소, 즉 무기질함량의 증가를 나타낼 가능성이 높으므로,<sup>3)</sup> 모래와 같은 무기질이 현저하게 진출하는 시기는 상대적으로 사면이 불안정했던 시기를 의미한다고 생각된다.

화분대 RII의 시기는 현재와 거의 동일한 온난·습윤기후하에서 강수의 과다(예를 들어 집중호우)에 의한 토사의 공급이 반복되었다고 생각된다. 따라서

그 시기에 산지·구릉지의 습지 퇴적물에서 무기질 함량이 증가했다는 사실은 현재와 똑같은 기후환경 하에서 불안정사면의 증가, 즉 사면붕괴의 빈발에 의한다는 추정이 가장 타당하다. 따라서 현재의 산지·구릉지의 습지 퇴적물에서 무기질함량으로 당시의 사면붕괴 발생빈도를 추정할 수 있다.

川樋盆地에서 화분대 RII에 해당되는 작열감량 II帶는 1회의 무기질함량의 증가기가 확인된다. 그 증가기는 지표하 90~81cm(약 5,600~5,140 yrB.P.) 층준에서 인정된다(Fig. 3). 茂庭·高田濕原에서 이 시기에 대비되는 작열감량 I帶에는 2회의 급격한 무기질함량의 증가기가 확인된다. 그 증가기는 지표하 340~331cm(6,390~6,170yrB.P.) 층준과 지표하 280~251cm(약 4,750~2,840yrB.P.) 층준에서 인정된다(Fig. 4).

한편, 2지역 모두 II곡선에 있어서 무기질함량이 급격히 증가한 후에 점점 감소하는 사실은 두 지역의 퇴적구조에 있어서 砂泥과 같은 무기질층의 진출경향과 잘 조화된다. 따라서 II곡선에 의하면 붕괴발생이 빈발했던 시기는, 川樋盆地에서 약 5,600~5,140 yrB.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서 약 6,390~6,170 yrB.P.와 약 4,750~2,840yrB.P.의 2회였다고 추정

된다(Fig. 6).

이상과 같이 川樋盆地, 茂庭·高田濕原 및 根白石濕原의 3지역 모두 S-U곡선의 전체적인 경향은 거의 유사하다. 특히 지리적으로 인접한 KD1과 KD2의 S-U곡선의 유사한 경향은 양 지점으로부터 얻어진 결과가 모두 川樋盆地의 주변지역의 환경변화를 대표한다고 생각된다. 이들 분석결과는 선행연구(宮城 외, 1979 ; Miyagi et.al., 1981 ; 中山·宮城, 1984 ; 宮城 외, 1995)의 결과와도 대체로 일치한다.

그런데 선행연구에 의하면 山形縣의 川樋盆地에서는 6,000~4,000yrB.P., 그리고 茂庭·高田濕原 및 根白石濕原에서는 6,000~2,500yrB.P.에 사면이 불안정했던 시기가 있었다고 추정되고 있지만, 구체적인 붕괴(또는 砂泥과 같은 무기질층의 閉鎖窪地底로의 진출)의 빈도에 대해서는 언급하지 않았다. 그러나 S-U곡선에 의하면 사면붕괴(不安定斜面花粉출현율의 증가기)는 川樋盆地에서는 1회, 茂庭·高田濕原에서는 2회 그리고 根白石濕原에서는 3회 발생했다. 그리고 II곡선에 의하면 사면붕괴(무기질함량의 증가기)는 川樋盆地에서는 1회 그리고 茂庭·高田濕原에서는 2회 일어났다(Fig. 6).

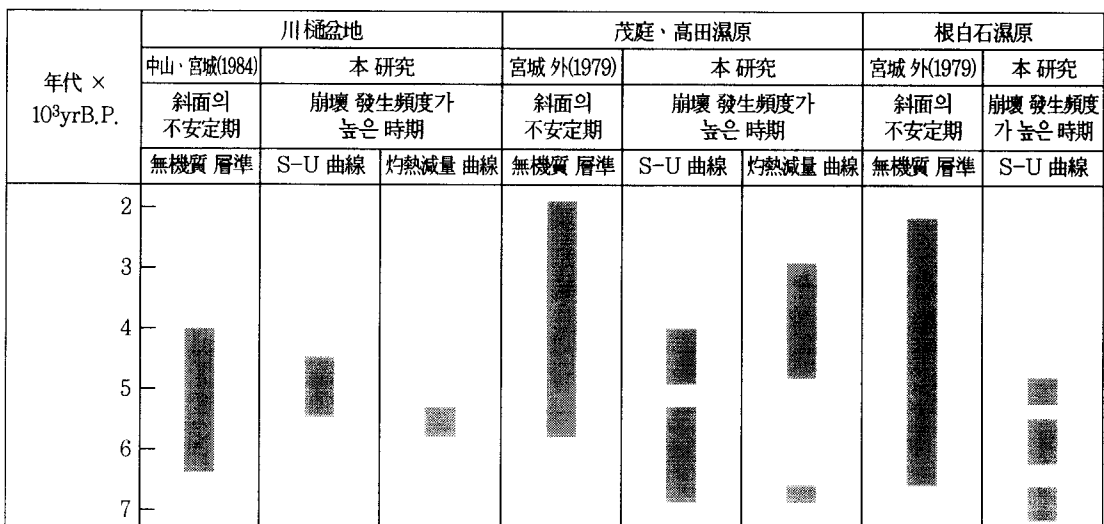


Fig. 6. 濕地 堆積物의 花粉組成과 無機物 混入度로 본 斜面 物質移動 關係

## V. 결론 및 금후의 과제

東北 日本의 후빙기 붕괴 발생빈도와 환경변화 연구를 위하여 3지역의 습지 퇴적물의 화분조성과 무기질함량을 대상으로 S-U 곡선과 IL 곡선을 작성하였다. 그 결과, S-U곡선에 의하면 붕괴 발생빈도가 높은 시기는 川樋盆地에서 약 5,600~4,670yrB.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서 약 6,390~5,070 yrB.P.와 약 4,750~3,800yrB.P.의 2회, 根白石濕原에서 약 6,630~6,070yrB.P. 약 5,890~5,360yrB.P. 및 약 5,000~4,650yrB.P.의 3회가 확인되었다. 그리고 IL 곡선에 의하면 붕괴 발생빈도가 높은 시기는 川樋盆地에서 약 5,600~5,140yrB.P.의 1회, 茂庭·高田濕原에서 약 6,390~6,170yrB.P.와 약 4,750~2,840 yrB.P.의 2회가 확인되었다.

한편 선행연구에 의하면, 습지의 地形·地質斷面圖로부터 추정되는 사면의 불안정 시기는 山形縣의 川樋盆地에서 6,000~4,000yrB.P. 그리고 仙臺 주변의 구릉지에서 6,000~2,500yrB.P.에 존재하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 분석결과로부터 추정되는 붕괴 발생빈도가 높은 시기는 선행연구의 사면 불안정기에 그 대부분이 포함된다. 단, 두 결과와의 사이에 약간의 차이가 존재하는데 그 원인이 단순히 통계상의 차이인지, 붕괴가 일어난 후 수목의 성장→화분의 생산까지의 식물 자체(예를 들어 遷移)의 원인에 의한 것인지, 그 밖의 원인이 존재하는지 등에 대해서는 현 단계로는 명확하지 않다. 그리고 각 조사지역의 S-U곡선과 IL곡선으로부터 추정되는 붕괴 발생빈도가 높은 시기와 그 횟수에 있어서 일치하지 않는 점이 있다. 그 원인이 기후(예를 들어 지역성 집중호우)에 대응하는 붕괴의 차이인지, 아니면 기후 이외의 원인(예를 들어 地形場)의 차이인지, 양쪽 원인이 모두 붕괴 발생에 작용되었는지 지금으로서는 충분히 해명할 수 없는 상태이다. 따라서 S-U곡선과 IL곡선으로부터 붕괴 발생빈도를 복원하기 위해서는 더 많은 자료를 축적하여 화분조성과 무기질함량으로 해명할 수 있는 붕괴 발생빈도의 복원 수준을 높

이는 것이 필요하다.

## 註

- 1) 본 논문에서의 폐쇄와지는 등고선으로 완전히 폐쇄되어 배출되는 하천을 갖고 있지 않은 와지와 배출하천을 갖고 있음에도 불구하고 와지저가 극히 평탄하여 배출하천을 갖고 있지 않은 와지에 가까운 상태에 있는 것 모두를 지칭한다.
- 2) 中山·宮城(1984)에 근거하여 포행(creep)이 우세한 안정사면에 입지하는 수목으로는 *Cryptomeria*(삼나무속), *Fagus*(너도밤나무속), *Quercus*(참나무속), *Pinus*(소나무속), 불안정사면에 입지하는 수목으로는 *Betula*(자작나무속), *Zelkova*(느티나무속), *Ulmus*(느릅나무속), *Fraxinus*(물푸레나무속), *Carpinus*(서어나무속), 河川邊에 입지하는 수목으로는 *Juglans*(가래나무속), *Pterocarya*(중국굴피나무속)를 선정하였다.
- 3) 토탄이 순수한 섬유질로만 되어 있을 때에는 작열감량이 높게 나타나고 무기질이 많이 포함되어 있을 때에는 낮게 나타난다(曹華龍, 1987).

## 참고문헌

- 朴志焄, 2002, 東北 日本 岩手縣 山地帶의 第四紀 後期 環境變化 -특히 *Ulmus/Zelkova* 花粉에 주목하여-, 자연자원연구, 2(2), 3-45.
- 朴志焄, 2003a, 閉塞凹地 堆積物의 層相解析과 花粉分析을 통한 東北 日本의 後氷期 環境變化, 韓國地形學會誌, 10(1), 49-68.
- 朴志焄, 2003b, 느릅나무屬/느티나무屬 花粉 出現率으로 본 東北 日本 奧羽山脈 中央部의 後氷期 氣候變化 韓國地形學會誌, 10(2), 239-254.
- 曹華龍, 1987, 韓國의 沖積平野, 敎學硏究社(서울), 219.
- 地すべり學會東北支部, 1992, 東北の地すべり・地すべり地形-分布圖と技術者のための活用 マニュアル-, 笹氣出版印刷株式會社, 142pp.
- 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.



- 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.
- 宮城豊彦・日比野 絃一・川村智子, 1979, “仙台周辺の丘陵斜面の削剝過程と完新世の環境邊 変化,” 第四紀研究, 18, 143-154.
- 宮城豊彦・小岩直人・竹中 純, 1995, “東北地方南部低地帯における最終間氷期以降の環境變遷と斜面物質移動.” 東北學院大學東北文化研究紀要, 27, 1-29.
- 安田喜憲・三好教夫, 1998, “圖說日本列島植生史,” 朝倉書店, 302.
- 吉岡邦二, 1973, “植生地理學,” 生態學講座, 12, 84.
- Park J. H., 2000, “Pollen analytical study of Holocene earth surface environment change in Sakunami, Northeastern Japan-With special reference to *Ulmus/Zelkova* as an indicator of hillslope instability-,” *Science Reports Tohoku University 7th ser.(Geography)*, 50, 75-84.
- Park J. H., 2002, “Palynological Study of Akindonuma Moor in the Central Oh-u Backbone Range, Northeastern Japan,” *The Korean Journal of Ecology*, 25(1), 45-49.
- Miyagi, T., Hibino, K., Kawamura, T. and Nakagami, K., 1981, “Hillslope development under changing environment since 20,000 years. B.P. in Northeast Japan,” *Science Reports Tohoku University 7th ser.(Geography)*, 31, 1-14.
- Nakamura, J., 1952, “A Comparative study of Japanese pollen records,” *Research reports of the Kochi Univ.*, I, 1-20.