

韓國의 霜蝕의 類型

金 道 貞

서울대 文理大

| | |
|-------------|--------|
| 1. 問題設定과 意義 | 3. 本 論 |
| 2. 調査資料 | 4. 結 論 |

1. 問題設定과 意義

氣候地形學的으로 多樣한 뜻을 內包하고 있는 霜蝕(Solifluktion, Solifluction <Solum=土壤, fluere=흐르다, 文字 그대로 土石流, 霜蝕>)의 用語가 J. G. Andersson¹⁾에 의해 1906년에 使用된 이래 近 70年 가까이의 歲月이 흐르는 동안 수많은 研究者 들에 의해 周邊氷河地帶(Periglacial regions)에서 各種의 構造土 (Frostmusterböden, Strukturböden, Patterned ground)²⁾에 관한 研究과 成果는 氣候地形學的의 體系化에 큰 功獻이 되었다. 또한 이 研究 過程을 거치는 동안 周邊氷河地形과 連關된 用語 에서도 많은 變遷을 가져 왔다.

廣義의 霜蝕은 周邊氷河地帶나 亞氷雪地帶 (Subnivale regions)에서와 같이 氣候가 寒冷한 地

域에서 地表附近에서 進行되는 빈번한 凍結과 融解의 반복으로 基盤岩上的 岩屑이 位置를 바꾸며, 棼棼히 또는 빨리 流動하는 現象이라고 要約할 수 있다. 即 氣候가 寒冷한 氷河周邊地帶나 또는 霜交地域에서 凍結과 融解의 반복으로 基盤岩과 被覆土壤에 強力한 機械的風化作用에 의하여 岩屑과 土壤의 破壞와 移動이 생기게되며 또한 이러한 地域에서는 各種의 構造土와 같은 微地形이 나타나 는 것이 特徵的이다. 따라서 各種 構造土의 類型은 각각 그 地域의 土壤凍結(Bodengefrorenis)이나 霜蝕의 類型과 밀접한 聯關性을 가지고 있다³⁾.

土壤凍結과 霜蝕의 類型은 各氣候에 따라 相異하며 “長期間 계속되거나, 季節的이거나, 또는 短期間 계속되거나, 또는 빈번하게 반복되는 것에서 每日 밤 계속되는 것” 등등을 들 수 있다. C. Troll 에 의하면 土壤凍結과 霜蝕의 類型은 크게 셋으로

1) Andersson, J. G., 1906, "Solifluction, a component of subaerial denudation," *Journal of Geology*, Vol. 14, pp. 91~112.

2) Troll, C., 1944, "Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde," *Geologische Rundschau*, Vol. 34, pp. 111~112.

Washburn, A. L., 1956, "Classification of patterned, ground and review of suggested origins," *Bulletin, Geological Society of America*, Vol. 67, pp. 823~866.

Price, L. W., 1972, "The periglacial environment, permafrost, and man," *Resource Paper, A. A. G.*, No. 14, 88 pp.

Kim, Do-Jong, 1967, *Die dreidimensionale Verteilung der Strukturböden auf Island in ihrer klimatischen Abhängigkeit*, Bonn, 227 pp.

Bryan K., 1946, "Cryopedology-the study of frozen ground and intensive frost action with suggestions of nomenclature." *American Journal of Science*. Vol. 244, pp. 622~642.

3) Troll, C., 1947, "Die Formen der Solifluktion und die Periglaziale Bodenabtragung," *Erdkunde*, Bd. 1, pp. 162~175.

Troll, C., 1948, "Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation," *Erdkunde*, Bd. 2, pp. 1~21.

區分된다.

① 季節的霜蝕(Jahreszeitliche Solifluktion 또는 Tjåle Solifluktion)…高緯度地域이나 또는 永久凍土層(Perene Tjåle, Permafrost)이 存在하는 地域에서 季節的으로 凍土層上에서 凍結과 融解가 進행되는 霜蝕으로 巨大한 規模의 構造土의 形成을 볼 수 있다.

② 日周的霜蝕(Tageszeitliche Solifluktion)…熱帶高山地域의 雪線附近에는 永久凍土層이 存在하지 않으며, 밤과 낮이 交替되어 凍結과 融解에 의한 소규모의 構造土의 形成을 볼 수 있다.

③ 서릿발 또는 霜柱霜蝕(Kammeissolifluktion)…日周的霜蝕의 특수한 氷結(Eisbildung) 형태의 一種으로 熱帶高山 地域에서와 溫帶地域에서 나타나는 霜蝕의 一種이다. 얇은 凍結層의 表面에 서릿발(Pipkrake, needle ice)의 形成으로 微細한 土壤의 粒子와 粗粒物質 등을 들어 올려 斜面을 따라 移動시키거나 植物의 뿌리를 파괴하기도 한다. 또한 構造土의 形成時에는 그 作用을 촉진시키기도 한다.

우리나라는 中緯度の 溫帶몬수운地域에 位置하여, 冬季에는 寒冷한 大陸氣團과 北西季節風의 影響으로 寒冷乾燥한 氣候가 支配하여 一月平均 0°C의 等溫線은 南海岸을 따라 달리고 있어 冬季에는 土壤凍結 현상이 심하여 亞氷雪地域과 같이 土壤凍結에 의한 機械的風化作用이 卓越하다. 우리나라에 있어서 最初의 現生 構造土(Rezente Strukturböden)⁴⁾의 觀察報告는 H. Lautensach에 의한 白頭山의 海拔 2000 m 高度附近에서 縞狀構造土(Streifenböden) 및 階段狀構造土(Terrassenböden)와 筆者의 漢拏山 山頂東側斜面 1800 m 高度의 階段狀構造土⁵⁾ 및 백록담 火口原 南側의 瘤狀構造土(Thufur, Rasenhügel) 등을 들 수 있다. 물론 이러한 構造土의 分布가 成帶構造土에 屬하는지 또는 非成帶構造土에 屬하는지는 보다 廣範한 관찰을 통해 判명될 것이다.

本研究에서는 凍結融解交代日數圖를 利用하여 우리나라의 霜蝕의 類型을 밝히려고 하였다.

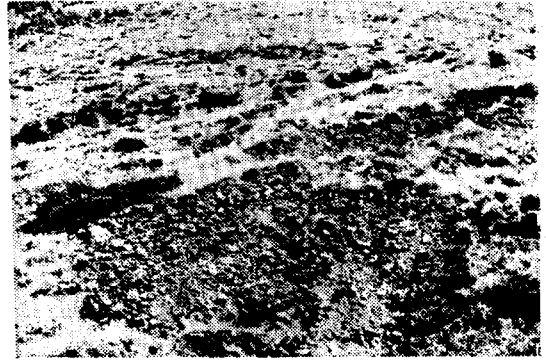


사진 1. 階段狀構造土 漢拏山 山頂 東側斜面 1800~1850m에서 (1972. 10)

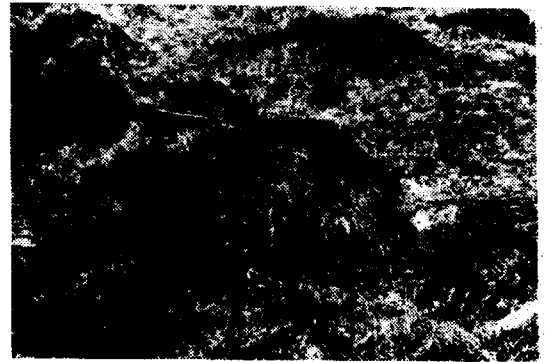


사진 2. 백록담 火口原에 發達한 瘤狀構造土 (Thufur)

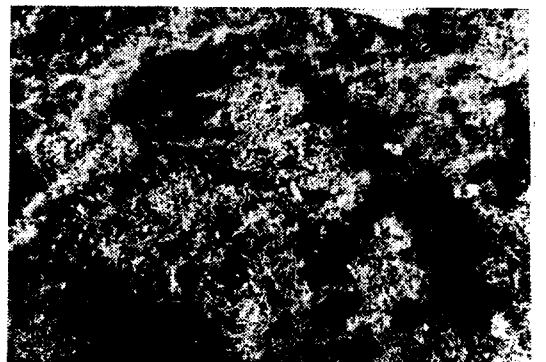


사진 3. 漢拏山 백록담의 瘤狀構造土의 서릿발에 의한 侵蝕으로 頂上部가 파괴되고 있는 光景

4) Lautensach, H., 1941, "Der Hakentozan, Eine vulkanische der Landschaft im Koreanisch-manschurischen Grenzbereich," *Geogr. Zeitschrift*, Vol. 47, pp. 419.

5) 金道貞, 1970, "漢拏山の 構造土", *駱山地理*, 第1號, pp. 3~10.

2. 調査資料

本研究에 利用된 調査資料⁶⁾는 중앙관상대 刊行 한국기후표 제1편(1931~30)에 수록된 氣候値이며 이것을 利用하여 凍結融解交代(Frostwechselhäufigkeitsdiagram)를 作成하였다(北韓地域의 資料는 觀測所設立以來 1949년까지의 資料에 의거함). 우리나라 測候所의 溫度計의 높이는 아직 一定하지 않아서 1.2~1.5m 등 測候所마다 높이가 다른 것이 흠이다. 凍結融解交代圖는 氷結日(Eistage, ice days), 霜交日(Frostwechseltage, frost alternation days) 및 無霜日(Frostfreie Tage, frost free days) 등을 포함한다.

氷結日은 1日中에서 最高氣溫 및 最低氣溫이 모두 0°C 以下에 屬하는 날을 가리키며, 霜交日은 最高氣溫은 0°C 以上이나, 最低氣溫은 0°C 以下에 屬하는 날을 가리킨다. 그리고 無霜日은 最高·最低氣溫이 모두 0°C 以上の 날을 가리킨다.

3. 本 論

(1) 凍結融解交代日數의 分布

序論에서도 言及한 바와 같이 우리나라의 冬季 氣候⁷⁾는 北西季節風의 影響으로 緯度 35°N에서 43°N의 中緯度地域에 位置함에도 불구하고 寒冷 乾燥한 氣候를 나타내며 특히 冬季의 氣溫은 南北間의 差가 대단히 크며, 또한 東西間의 差, 海岸과 內陸과의 差, 그리고 垂直高度에 따르는 差 등이 모두 크다.

Lautensach가 일찍이 題唱한 地理的 形態變移說(Der Geographische Formenwandel)⁸⁾ 가운데서 우리나라의 冬季氣溫은 가장 典型的으로 合致되는 代表的 例라고 할 수 있다. 그리고 이러한 현상은 凍結融解交代日數圖(그림 1과 2 참조)에서도 뚜렷이 반영되어 있다.

(2) 氷結日數

氷結日數는 1月平均等溫線과 거의 類似하게 南北의 差가 가장 심하며 또한 海岸과 內陸間의 差,

東西間의 差가 심하다. 대략 1月平均 0°C의 等溫線이 지나는 南海岸地方에서는 5日 內外를 나타내며 -6°C 地域에서는 30~40日 內外, -10°C 地域에서는 60~70日 內外, 그리고 -20°C의 中江嶺에서는 100日 以上の 日數를 나타 내고 있다. 반면 제주에서는 전혀 氷結日이 나타나지 않는다. 氷結日에 있어서는 南北의 形態變移(Planetarische Formenwandel)가 뚜렷하다. 東西의 差도 대단히 크다. 예를 들어 거의 같은 緯度上에 位置하는 신의주에서 76日인데 반해 함흥은 31日이며, 仁川이 19日인데 반하여 강릉은 불과 9日을 나타내고 있다. 氷結日 또는 氣溫面에서 볼 때 우리나라의 東西의 形態變移(Ostwestliche Formenwandel)도 뚜렷하게 나타나고 있다.

冬季氣溫에 있어서는 周邊에서 中心(또는 內陸)으로의 形態變移(Peripher-Zentrale Formenwandel)는 西海岸沿岸은 黃海가 淺海海인데다 北西季節風의 影響으로 東海岸 보다 훨씬 寒冷하기 때문에, 東西의 形態變移의 樣相을 나타내고 있다.

(3) 霜交日數

霜交日數는 氷結日數와는 달리 南北間의 差가 그리 크지 않으며 오히려 東西間의 差가 큰 것으로 나타나고 있다. 1月平均 等溫線 0°C 地域에서는 50日 內外, -6°C 地域에서는 80日 內外, -10°C 및 -20°C 地域에서는 모두 80日 內外로 南北의 差는 불과 20日 정도이다(氷結日數의 경우에는 거의 80~100日 정도의 큰 差를 나타내고 있다). 이에 비해 東西兩海岸의 差는 같은 緯度上에서 10~30日 정도로 東海岸이 훨씬 많다.

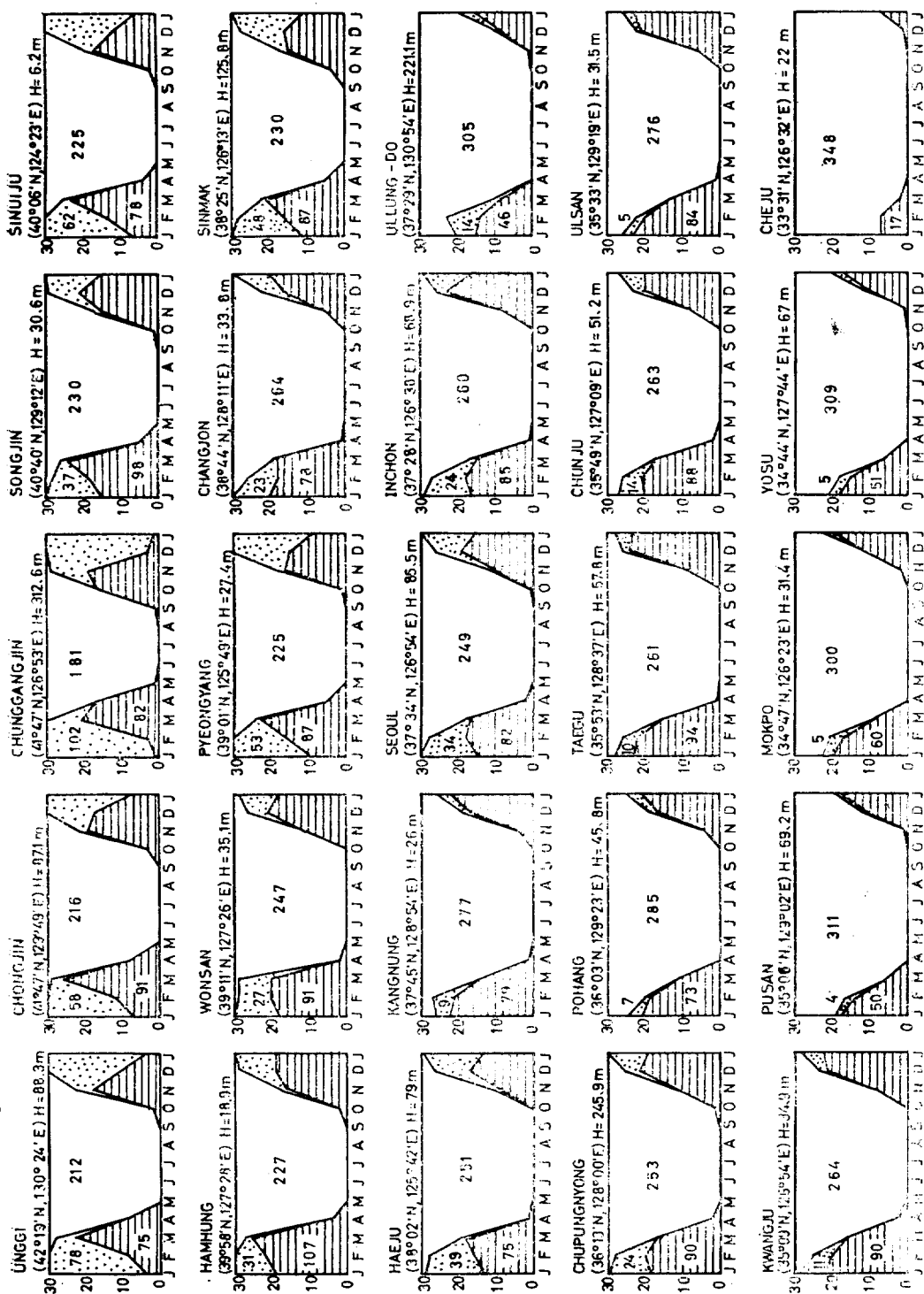
(4) 우리나라의 霜蝕의 類型

上記한 바와 같이 우리나라의 凍結融解交代日數는 南北의 큰 差異를 나타내고 있다. 특히 中部以南에서는 主로 12月~2월에 걸쳐서 霜交日數가 支配의인데 反하여 北韓의 北部地域에서는 12月~2월에는 主로 氷結日이 나타나며, 10月~11月과 3月~4月の 漸移季節에 霜交日이 빈번하다. 그리고 中部地方은 北部와 南部의 中間내지 混合型으로 12月~2월에 걸쳐 氷結日과 霜交日이 混合되어 나타나니, 氷結日에 比하면 霜交日이 훨씬 많은 日

6) 중앙관상대, 1968, 한국기후표, pp. 294

7) 姜錫午, 1971, 新韓國地理, pp. 81~82.

8) Lautensach, H., 1952, *Der Geographische Formenwandel*, Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn, pp. 114~183.






 EIS-TAGE
  FROSTWECHSEL-TAGE
  FROSTFREIE-TAGE

圖 1. 우리 나라의 凍結融解交代圖

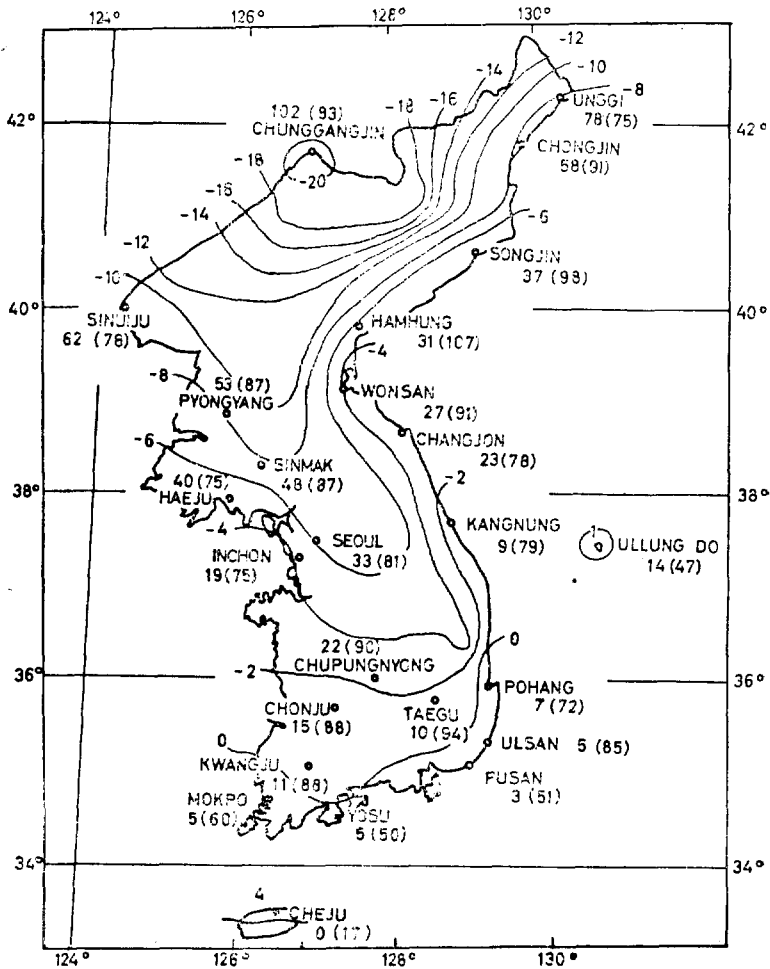


그림 2. 우리 나라의 1月平均等溫線과 氷結日과 霜交日. 각 氣象觀地點의 숫자에 있어서 괄호안의 것은 霜交日數, 그 왼편의 것은 氷結日數를 가리킨다.

數를 나타내고 있다.

그림 3은 世界 各地域의 冬結融解交代圖로서 Yakutsk와 Spitzbergen은 典型的인 季節의 霜蝕地域이며 El-misti는 또한 熱帶高山地域의 例이며 Reykjavik와 Kerguelen은 亞極海洋性氣候地域이고 Sonnblick는 溫帶高山地域의 代表的 例라고 할 수

있다. 그리고 여기 제시하는 地域에서는 각기 構造土의 관찰이 보고된 特色있는 地域이다. 그림 3과 그림 1을 比較할 때 우리나라의 霜蝕의 類型은 日周의 霜蝕과 季節의 霜蝕의 混合型으로 溫帶몬순 地域에서 볼 수 있는 독특한 霜蝕의 形態이다.

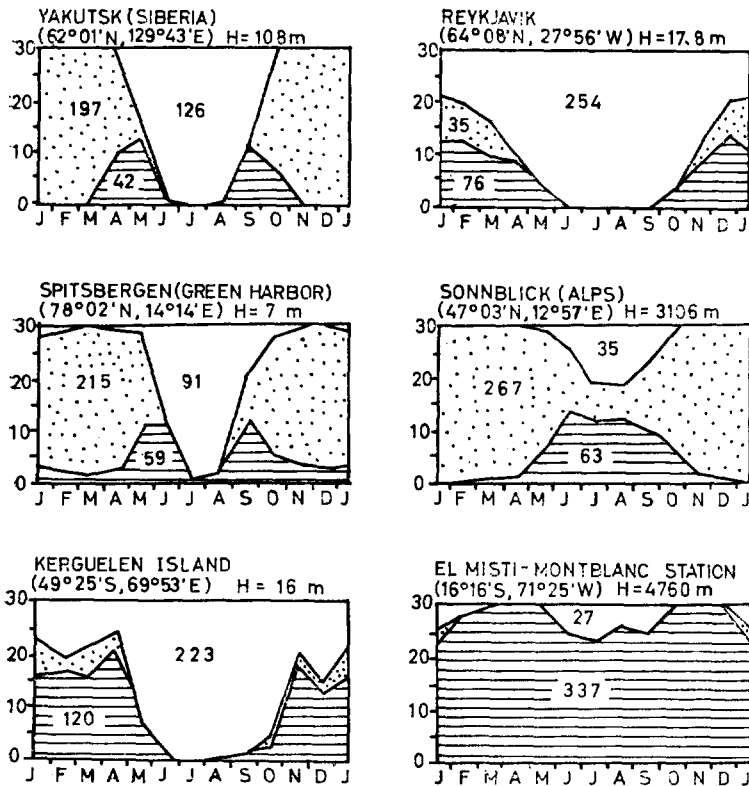


그림 3. 世界 各氣候地域의 凍結融解交代圖 (After Carl Troll, 1944)

4. 結 論

本研究은 韓國에 있어서의 霜蝕과 土壤凍結의 類型을 밝히려는 데에 主目的이 있다. 이 目的을 위해 우리나라의 25개의 測候所地點의 凍結融解交代日數圖를 作成하여 比較分析하였다.

우리나라는 아시아大陸의 東쪽 溫帶季節風氣候地域에 位置하는 關係로 여름에는 亞熱帶氣候地域처럼 高溫濕潤한 氣候를 나타내고 冬季에는 大陸內부에 發達하는 高氣壓의 影響으로 寒冷乾燥한 氣候가 나타나서 季節의 亞冰雪地域과 類似한 氣候를 가지는데 그 結果는 凍結融解交代日數圖에 뚜렷이 反映되고 있다.

氷結日數와 霜交日數를 合한 日數의 分布는 大략 1月平均等溫線의 分布처럼 南北의 差가 심하며 海岸과 內陸地方의 差도 심하다. 그러나 氷結日數와 霜交日數와는 氣候要素와 氣候因子등에 의해

다음과 같은 相關關係를 나타낸다.

(1) 氷結日數는 1月平均等溫線과 類似하게 南北間의 差와 海岸—內陸間의 差가 심하다. 大략 1月平均 0°C의 等溫線이 經는 南海岸地方에 對는 5日內外를 나타내고 -5°C 지역에서는 30日內外, -10°C地域에서는 60日內外, -20°C의 中강진에서는 100日以上을 나타내고 있다. 반면에 우리나라 最南端의 濟州에서는 전혀 氷結日이 나타나지 않는다. 東西差도 또한 커서 예를 들어 신의주는 62日인데 同緯度上의 합흥은 31日로서 西岸 신의주가 2倍나 더 많은 現象을 나타내고 있다. 그리고 강릉이 불과 9日인데 비해 인천은 24日로서 역시 西海岸의 仁川이 2倍以上이 된다.

(2) 霜交日數는 氷結日數와는 달리 南北間의 差는 別로 크지 않으며 오히려 東西間의 差가 多少 큰 것으로 나타나고 있다. 1月平均等溫線 0°C 地域에서는 50日內外, -6°C 地域에서는 80日內外, -10°C 地域에서는 80日內外, -20°C의 中강진에

서도 80日内外로 南北間差異는 불과 30日内外이다. 이에 비해 東海岸은 西海岸보다 같은 緯度上에서 10~20日内外의 차이를 나타내고 있다.

結論的으로 우리나라의 土壤凍結 또는 霜蝕의

類型은 季節的霜蝕과 日周的 霜蝕의 混合型으로 단지 冬季에만 局限되어 나타나는 短期間的 週期的인 것으로 溫帶몬수운地域에서 볼 수 있는 독특한 霜蝕의 形態이다.

Die Formen der Solifluktion in Korea

Do Jong Kim

Zusammenfassung:

Die Ziel dieser Arbeit ist es, die Formen der Solifluktion und Bodengefrornis in Korea herauszuarbeiten. Für diese Ziel habe ich Frostwechselhäufigkeitsdiagramme von 25 Wetterstationen in Korea gezeichnet.

In dem außertropischen Monsungebiet liegende Korea herrscht es während der Sommerjahreszeit heiß-schwüles Klima wie im subtropischen Klimabereich und während der Winterjahreszeit wegen des im inneren Kontinent entwickeltes Hochdruck trocken-kaltes Klima. Dadurch herrscht es während der Winterjahreszeit subnivaleregionähnliche Klimabedingungen und man kann es durch das Frostwechselhäufigkeitsdiagramm gut erkennen.

Die Verteilung von Eistage(ice days) und Frostwechseltage(frostalternation days) zeigt großen Gegensatz zwischen Süden und Norden und auch peripher-zentrale Veränderung ähnlich wie die Verteilungslage von Januar-Isothermen. Doch die Zahl der Eistage und Frostwechseltage zeigt folgende gegensätzliche Änderung wegen der Klimafaktoren und Elementen.

a) Die Zahl der Eistage zeigt große planetarische und peripherzentrale bzw. ostwestliche Wandel. Die Eistage im südlichen Küstengebiet, wo die Januar-Isothermen 0°C durchläuft, sind ca. 5 Tage, im -6°C Bereich ca.

30 Tage, im -10°C Bereich ca. 60 Tage, -20°C Bereich ca. 100 Tage. Also die Zahl der Eistage nehmen von Süden nach Norden rasch zu. Der südlichsten Teil Kareas, Cheju hat keine Eistage. Auch der Ostwestliche Wandel zeigt großen Gegensatz. z. B. Sinuiju hat 62 Eistage, dagegen in der Ostküste gleichen Breitenzones liegende Hamhung zeigt 31 Eistage. Kangnung hat bloß 9 Eistage, dagegen Incheon 24 Eistage. Also Westküstengebiet hat mehr als doppelte Eistage als Ostküstengebiet.

b) Frostwechseltage zeigt nicht besonders planetarischen, sondern ostwestlichen Wandel. Im Januar-Isothermen 0°C Bereich ca. 50 Tage, im -6°C Bereich ca. 80 Tage, im -10°C Bereich ca. 80 Tage. Im Bereich Chunggangjin, wo Januar-Isothermen -20°C läuft, ca. 80 Tage. Der planetarische Wandel zeigt bloß 30 Tage. Dagegen zählt die Frostwechseltage im Ostküstengebiet 10-20 Tage mehr als im Westküstengebiet gleichen Breitenzones.

Die Formen des Bodengefrornis(od. Solifluktion) in Korea sind zusammenfassend das Mischform von Tjälen(jahreszeitlichen) und tageszeitlichen Solifluktion. Sie wirken nur im Winterjahreszeit und kurzperiodisch, was im außertropischen Monsungebiet typische Solifluktionsform ist.