

## 春城地區 北漢江流域의 地下水位에 따른 植物群落의 連續的 變化

李性奎 · 張權基 · 金遵敏

(서울大學校 師範大學 生物科)

## The Distribution of Plant Communities on Water Table along the Bukhan Riverside in Chun-seong

Lee, Sung Kyu, Nam Kee Chang, and Choon Min Kim

(Dept. of Biology, College of Education, Seoul National University)

### ABSTRACT

The distribution of plant communities along the Bukhan Riverside in Chun-seong was studied by means of the methods of Curtis and Patten. The communities were arranged in a single-dimensioned ordination on the basis of the importance values of the persistent species. Leading dominant species, from the 'low' level to the 'high' levels of the ordination gradient, were *Phalaris arundinacea*, *Salix gilgiana*, *Artemisia feddei*, *Zoysia japonica*, *Pennisetum japonicum*, and *Arundinella hirta*. These species form a continuum from the river to the dry grassland depending upon available soil moisture. Standing crops in terms of dry weight and the nitrogen content of the above-ground parts of these species showed a good relationship with gradients of available soil-moisture.

### 緒 論

植生の 連續的인 分布에 관한 研究는 여러 學者들에 依하여 行하여 졌으나 이러한 分布의 原因이 되는 環境要素에 關하여는 學者 및 研究地域에 따라 各其 다른 特性을 나타내고 있다.

Curtis와 McIntish(1951)는 Wisconsin의 upland forest에서 植生の 連續的 變化를 주장하였으며 그 후 이 概念은 Wisconsin prairie의 植物社會學的 研究에 適用되었다.

Gembory와 Hodgkins(1971)는 Southwestern Alabama의 한 河床林의 分析에 Curtis의 連續的 概念을

導入하여 그 河床林의 構造 및 變化를 研究하였다. 即 그들은 土壤含水量이 낮은 곳에서부터 높은 곳으로 向하여 moisture regime number를 주어 이것과 各 植物의 重要值와의 關係를 調査하였던 바 水分域의 上向에 對應하여 河床林이 連續的 變化를 나타내는 것을 보았다.

그러나 最近에 Terborgh(1971)는 Curtis(1956)의 人爲的인 adaptation number 대신에 environmental gradient으로써 elevation을 變數로 取扱하여 高山의 hard wood의 分布를 調査한 結果, 亦是 森林群落의 高度에 따라 連續的으로 變化하는 것을 確認할 수 있었다.

그밖에 Rutter(1967)는 英國의 heath群落의 構造가 water table의 變化에 支配되는 것을 밝혔고 Patten(1968)은 Arizona의 Gallatin 江邊에서 灌木의 植物種들이 水分域의 變化에 따라 江邊으로 부터 乾燥한 草原을 向하여 連續적으로 나타남을 報告하였다.

本 論文에서는 春城地區 北漢江 流域에 나타나는 水生植物과 中生植物의 連續의 分布와 現存量의 變動을 土壤의 有效水分을 變數로 하여 調査하였다.

### 調査地所 및 方法

#### 1. 研究地域의 概要

調査地所는 江原道 春城郡 南面 白楊屯에 位置한 평평한 곳으로 北漢江을 따라 上下 100m의 幅으로 펼쳐 있는 江岸地帶이다. 위로 12km地點에 衣岩水力發電所가 있고 아래로 18km地點에 淸平水力發電所가 있다.

江幅은 滿水時에 150m程度이나 平常時는 70m로 줄어들어서 露出되는 面積이 상당히 넓어진다. 그러나 衣岩댐의 水量調節에 의해 露出面積은 隨時로 變化되고 있으며 降雨期를 除外하고는 江幅 以上으로 水位가 높아지지는 않으므로 本 調査地域은 比較的 安定된 土壤과 植生을 지니고 있다.

植生은 江邊에서 山地를 向하여 水生植物, 中生植物의 草本과 木本으로 이루어졌고 들가에는 버들群落이 分布되어 있다. 중앙관상대가 발표한 이 地域의 1971年度 降雨量과 最高 最低氣溫은 表 1에서 보는 바와 같다.

植物의 群落은 강물에 平行하게 帶(zone)를 이루고 있다. 즉 갈풀, 버들, 팽죽, 잔디, 수크령, 새의 順으로 되어 있다.

#### 2. 調査方法

植生의 分布가 뚜렷하게 帶를 이루고 있는 地所를 探하여 江邊에서 垂直方向으로 山地를 向하여 60m의 transect를 三箇 設置하였다. 植生의 分析을 爲하여 植物帶마다 1m<sup>2</sup>의 quadrat를 세 번씩으로 設置하고 各

種에 對한 被度, 頻度, 密度를 調査하여 重要值를 計算하는데 利用하였다. 植物帶의 中間地域 即 推移帶에는 따로 15cm<sup>2</sup>의 小 quadrat를 設置하여 群落分析에 正確을 기하였다.

土壤은 各地所에서 깊이 20~30cm로 구멍을 판 다음 表層으로부터 10cm간격으로 採取하여 비닐봉지에 넣어 實驗室에 옮겨 含水量, pH, 土壤有機物, 窒素含量, 土性等を 測定하는데 使用하였다.

#### 3. 土壤分析

土壤含水量은 採取하여 온 土壤試料를 直徑이 2mm인 체로 쳐서 乾燥器에서 104°C에서 完全히 乾燥시킨 후 定量하였다.

土壤pH, 土壤有機物 窒素含量 및 土性은 測定할 試料는 陰乾시킨 후 2mm의 체로 쳐서 다음과 같은 分析方法으로 決定하였다. 土壤pH는 蒸溜水와 土壤試料를 1:2.5로 하여 24時間 放置한 후 Beckmann pH meter로 測定하였다. 有機物은 炸熱消失量으로, 全窒素含量은 micro-kjeldahl method에 의하여 定量하였고 土性은 Kuhn法에 따라 分析하였다.

有效水分量의 決定은 포장용수량(field capacity)과 조위점(wilting point)을 求하여 計算하였고 地下水位는 各地所의 地下水가 나옴 때까지 과서 表土까지의 깊이로 나타내었다.

植物體의 全窒素全量은 80°C에서 乾燥시킨 후 土壤의 全窒素分析法과 같은 方法으로 定量하였다.

### 結果 및 論議

#### 1. 有效水分과 地下水位

Patten(1968)은 江에서 멀어짐에 따라 有效水分이 減少함을 밝혔는데 有效水分은 調査地域의 高低에 依해 많은 變動을 나타내었다.

本 研究에서는 各 地所에 따라 地下水位와 有效水分을 調査하여 本 結果 그림 1에 나타내는 바와 같이 地下水位가 깊을 수록 有效水分은 減少하였다.

Table 1. Precipitation and earth surface temperature in Choon-seong country for 1971 (by The Central Meteorological Observatory)

| month                   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Precipitation(mm)       | 19.3  | 25.5  | 42.2  | 52.7  | 121.6 | 135.8 | 148.2 | 223.2 | 159.8 | 12.8  | 19.5  | 16.5  |
| Maximum temperature(°C) | -0.06 | 4.54  | 11.40 | 18.30 | 24.62 | 25.10 | 26.52 | 29.90 | 25.98 | 20.37 | 10.38 | -2.94 |
| Minimum temperature(°C) | -8.8  | -0.47 | 0.20  | 7.05  | 13.75 | 16.86 | 20.51 | 22.92 | 17.54 | 10.70 | 1.45  | -4.6  |

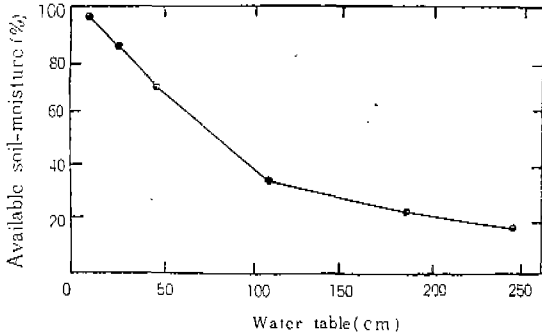


Fig. 1. The relationship between water table and available soil-moisture.

2. 有効水分과 植生の變化

江에서 山地를 向하여 갈풀(*Phalaris arundinacea*), 버들(*Salix gilgiana*), 뽕쑥(*Artemisia feddei*), 잔디(*Zoysia japonica*), 추크령(*Pennisetum japonicum*), 새(*Arundinella hirta*)의 順序로 植物群落의 發達하고 있으며 잔디群落內에는 비수리(*Lespedeza cuneata*), 조팝나무(*Spiraea simpliciflora*)가 mosaic 상으로 分布되어 있다. 이들의 分布를 土壤의 有効水分을 gradient로 하여 表示한 結果는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는 바와 같이 有効水分에 따라 여러가지 植物이 連續적으로 變化하는데 특히 갈풀과 버들群落은 有効水分이 가장 높은 곳에 나타나고 있다.

즉 갈풀群落은 85%이상의 有効水分域에 나타나며

버들은 40~95%범위에 分布되고 있으며 뽕쑥은 35~45%, 잔디는 20~40%범위에 分布되고 있음을 보여주고 있다.

3. 有効水分과 Soil texture

各 植物群落의 층별 soil texture를 나타내던 表 2에서 보는 바와 같다. 특히 微砂와 粘土는 含水量과 有効水分과의 關係를 도표로 나타내어 보면 그림 3에서 보는 바와 같이 有効水分이 增加함에 따라 微砂 粘土의 量은 減少된다.

그 理由는 有效水分이 낮은 地域은 江에서 멀리 떨어진 곳으로 지하수위가 깊은 반면에 그 土壤이 안정되고 微砂와 粘土의 含水量이 높다. 그러나 물가에 가까울수록 水流에 따라 微細한 土壤粒子的 流失이 많아 微砂와 粘土의 含水量은 낮으나 地下水位가 낮아 有效水分량이 높아지기 때문이다.

4. 有効水分과 土壤有機物

土壤有機物은 새, 추크령, 잔디, 뽕쑥群落의 順序로 그 含水量이 增加하는 傾向을 보이고 있으며 특히 뽕쑥群落에 있어서는 有機物의 最高含水量을 나타내고 있다. 그러나 버들, 갈풀群落에서는 有機物含水量이 낮았다 (Fig. 4).

이와 같이 뽕쑥群落이 다른 群落보다 높은 有機物量을 나타내고 있는 것은 比較的 安定된 土壤에 뽕쑥의 높은 生産性으로 因하여 죽은 植物體와 落葉의 堆積量이 많기 때문이라고 생각되며 갈풀이나 버들群落은 江邊에 位置하고 있으므로 강물에 依한 流失때문이라고 생각된다.

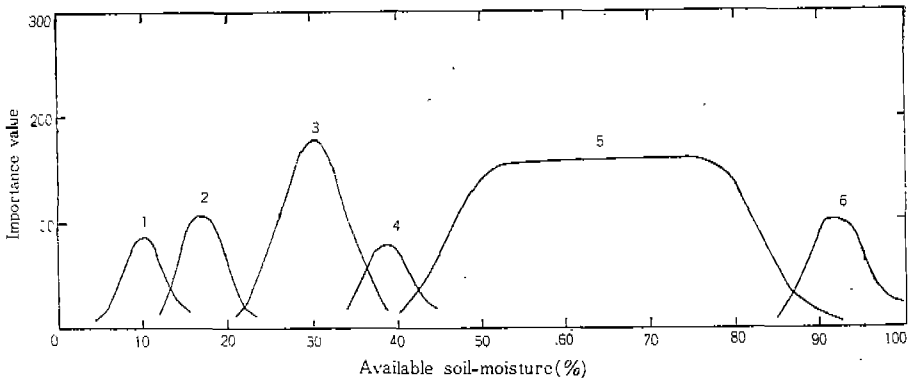


Fig. 2. Importance value curves on the gradient of available soil-moisture for the six leading dominant species in the Bukhan Riverside: 1. *Phalaris arundinacea*, 2. *Salix gilgiana*, 3. *Artemisia feddei*, 4. *Zoysia japonica*, 5. *Pennisetum japonicum* 6. *Arundinella hirta*.

Table 2. Soil textures at different depths of soils under plant communities

| Depth (cm) | Community Soil texture (%) | <i>Phalaris arundinacea</i> | <i>Salix gilgiana</i> | <i>Artemisia feddli</i> | <i>Zoysia japonica</i> | <i>Pennisetum japonicum</i> | <i>Arundinella hirta</i> |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0 ~ 10     | Coarse sand                | 59.42                       | 13.33                 | 1.19                    | 2.21                   | 12.60                       | 3.33                     |
|            | Fine sand                  | 39.52                       | 82.51                 | 96.70                   | 94.50                  | 82.21                       | 94.33                    |
|            | Silt                       | 0.99                        | 4.16                  | 1.75                    | 2.07                   | 4.66                        | 1.11                     |
|            | Clay                       | 0.07                        | 0.01                  | 0.43                    | 1.23                   | 0.48                        | 1.25                     |
| 10 ~ 20    | Coarse sand                | 44.90                       | 29.84                 | 3.14                    | 4.74                   | 13.19                       | 4.17                     |
|            | Fine sand                  | 54.00                       | 68.15                 | 93.83                   | 91.54                  | 81.67                       | 93.19                    |
|            | Silt                       | 0.08                        | 2.04                  | 3.03                    | 2.01                   | 4.28                        | 1.16                     |
|            | Clay                       | 0.07                        | 0.55                  | 0.15                    | 1.24                   | 0.78                        | 1.50                     |
| 20 ~ 30    | Coarse sand                | 32.65                       | 33.20                 | 3.95                    | 6.68                   | 13.31                       | 12.41                    |
|            | Fine sand                  | 63.10                       | 66.33                 | 91.35                   | 90.00                  | 81.46                       | 82.68                    |
|            | Silt                       | 4.18                        | 0.46                  | 2.97                    | 1.78                   | 3.22                        | 1.09                     |
|            | Clay                       | 0.09                        | 0.02                  | 1.75                    | 1.56                   | 2.03                        | 3.84                     |
| 30 ~       | Coarse sand                | 26.71                       | 39.43                 | 4.50                    | 6.69                   | 13.51                       | 14.62                    |
|            | Fine sand                  | 71.77                       | 59.99                 | 91.67                   | 90.61                  | 8.66                        | 78.42                    |
|            | Silt                       | 1.47                        | 0.50                  | 2.67                    | 1.60                   | 1.34                        | 1.52                     |
|            | Clay                       | 0.06                        | 0.10                  | 1.16                    | 1.71                   | 4.50                        | 5.45                     |

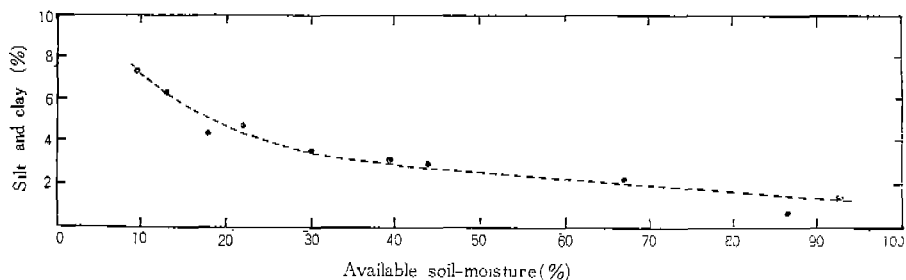


Fig. 4. The relationship between available soil-moisture, and the amount of silt and clay.

그림 4에서 보는 바와 같이 土壤有機物量은 有効水分과 관계가 없으며 各地所의 位置와 群落의 種數에 따라 變化가 있음을 나타내고 있다.

5. 有効水分과 土壤窒素含量

土壤窒素含量은 새, 수크령, 잔디, 뽕속群落的 順序

로 增加하였으며 그 結果는 그림 5에서 보는 바와 같다. 특히 뽕속群落에서 높은 窒素含量을 나타내는 것은 土壤有機物의 높은 含量에 기인하는 것으로 사료된다(Fig. 3). 뽕속群落的 有効水分은 40%로서 갈풀버들群落보다 훨씬 낮으나 窒素의 含量은 뽕속群落에서

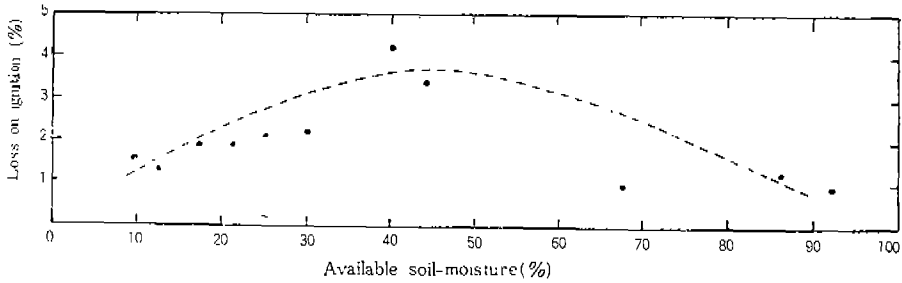


Fig. 4. The relationship between available soil-moisture and loss on ignition of soils.

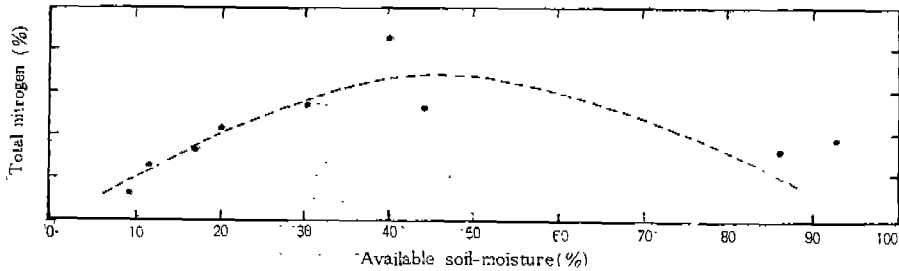


Fig. 5. The relationship between available soil-moisture and total nitrogen content in soils.

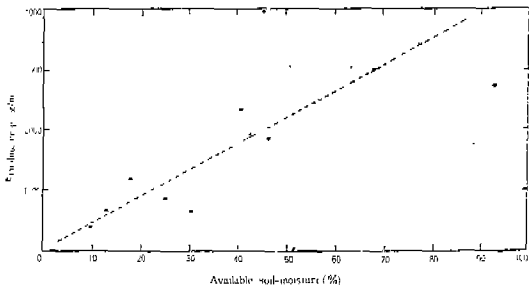


Fig. 6. The relationship between available soil-moisture and standing crop.

가장 높았고 짙을, 비늘群落에서는 낮은 분포를 나타내었다.

이와 같은 현상으로 보아 有效水分과 土壤窒素함량은 상관성이 없으며 土壤有機物の 量에 따라 窒素量이 變化되고 있음을 알 수 있다. 또한 물가에 가까운 곳의 群落에서 보다는 山地의 植物群落에서 土壤窒素의 含量이 높게 나타난 것은 물가에 가까운 수목 밑에 썩

겨 土壤中の 有機物과 함께 窒素가 流失되기 때문이라고 생각된다.

### 6. 有效水分과 現存量

Fig.6에서는 有效水分과 現存量과의 關係를 보이고 있다.

有效水分이 낮은 地所로 부터 높은 地所로 移動함에 따라 植被가 變化하며 現存量도 달라진다. 특히 蘆葦의 現存量은 다른 어느 植物의 것보다도 높았다. 전반적으로 볼 때 水生植物群落의 現存量이 中生植物群落보다는 높으며 有效水分량과 깊은 關係를 가지고 있다.

有效水分과 現存量과의 關係를 確實히 하기 위하여 비늘群落만을 對象으로 하여 6個 地所를 調査하여 본 結果는 그림 7과 같다. 그림 7에서 볼 수 있는 바와 같이 有效水分量이 增加함에 따라 現存量도 增加하였다. 이것은 물가에 가까운 비늘群落일수록 生育이 좋고 점차 멀어짐에 따라 낮은 生育을 나타내는 것으로 보아 有效水分과 깊은 關係를 가지고 있다고 생각된다.

Patten(1968)도 有效水分량과 비늘群落의 變化를 調査한바 있으며 이결과와 일치한다.

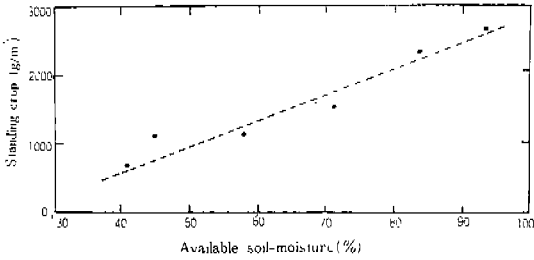


Fig. 7. The relationship between available soil-moisture and standing crop of *Salix gilgiana*.

7. 有効水分과 버들의 窒素含量

그림 8은 버들의 窒素含量과 有効水分과의 관계를 표시하는 것으로 有効水分량이 낮은 地所로 부터 높은 地所로 갈에 따라 窒素의 含量도 增加한다.

버들의 잎과 줄기를 區別하여 窒素를 定量하여 본 결과 잎은 줄기보다 훨씬 높은 窒素含量을 나타내었고 有効水分량이 낮은 곳보다 높은 곳의 질소함량은 각각 높은 경향을 나타내었다.

要 約

春城地區 北漢江 流域에 있어서 江邊植物의 地下水位變動에 따른 群落構造와 그 窒素含量의 變化를 連續적으로 觀察調査하였다. 江 流域을 따라 地下水位가 낮은 곳으로 부터 갈물, 버들, 뽕썩, 잔디, 수크령, 새의 群落이 發達하고 있다. 特別히 잔디群落에는 비수리 조팝나무등이 mosaic상으로 나타나며 山地를 向하여 점차로 山地植物이 發達하고 있다. 이와 같은 植物群落의 變化는 주로 土壤의 有効水分에 依하여 決定된다고 생각된다.

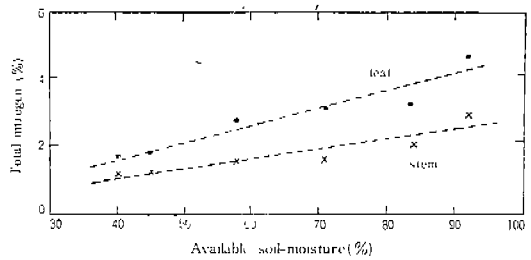


Fig. 8. The relationship between available soil moisture and total nitrogen content in the above-ground parts of *Salix gilgiana*.

植物의 現存量과 窒素含量도 土壤에 含有되어 있는 有効水分량의 差別에 따라 增減하였다.

參 考 文 獻

Curtis, J.T., and R. McIntosh 1951. Upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3):476~496.  
 Curtis, J.T. 1956. A prairie continuum in Wisconsin. *Ecology* 36(2): 558~566.  
 Gembory, S.R., and E.J. Hodgkins. 1971. Forest of small stream bottoms in the coastal plain of Southwestern Alabama. *Ecology* 52(1):70~83.  
 Rutter, A.J. 1967. The composition of wet-heath vegetation in relation to the water table. *J. Ecol.* 43:507~543.  
 Patten, D.T. 1968. Dynamics of the shrub continuum along the Gallatin River in Yellowstone National Park. *Ecology* 49(6):1107~1112.  
 Terborgh, J. 1971. Distribution on environmental gradient. *Ecology* 52(1):23~40.  
 (1973. 6. 16. 受接)