*Korean J. Ecology* 6(2) : 90~97, 1983

# 蟾津江 河口 鹽濕地 갈대群落의 生産性과 土壤養分의 季節的 變化

吳 炅 煥·任 炳 善*
(慶尙大學校 師範大學 科學敎育科·慶尙大學校 自然科學大學 生物學科*)

# Seasonal Changes in the Productivity and Soil Nutrients of *Phragmites communis* Community in the Salt Marsh of the Sumjin-River Estuary

**Oh, Kyung-Hwan and Byung-Sun Ihm***
(*Dept. of Biology Education, Dept. of Biology*, Gyeongsang National University*)

## ABSTRACT

Seasonal changes of the soil nutrient contents and aboveground biomass, relationship between the soil nutrients and the productivity, and the net efficiencies of solar energy conversion were studied in two reed communities (*Phragmites communis* Trin.) at the salt marsh in the estuary of the Sumjin-River from April 30 to October 9, 1981.

The inorganic nutrients such as exchangeable sodium and potassium of soil were decreased during growing season. The amounts of organic matter, exchangeable sodium and potassium, total nitrogen, and available phosphorus in stand I were much more than those of stand II. Productivity of *Phragmites communis* was positively correlated with the soil nutrients such as available phosphorus, exchangeable potassium and total nitrogen.

The maximum dry matter productions of the aboveground parts in stand I and stand II were 1,120g/m² and 843g/m² in August, and the net conversion efficiencies of PhAR based on growing season(April to September) were 1.77% and 1.33%, respectively.

## 緖 論

河口는 淡水와 海水가 서로 交叉되는 地域으로서 種組成이나 水文學 및 物理化學的인 面에서 獨特한 棲息地를 形成하고 있으며 內陸에서 流入되는 풍부한 營養鹽類로 인하여 生産性이 높은 곳으로 알려져 있다(Reid & Wood, 1976).

이러한 河口地域에 있어서 最近 30年間 生産과 分解 및 에너지 流轉에 關하여 많은 硏究가 遂行되어 왔으며(Rochford, 1951; Reid, 1961; Teal, 1962; Lauff, 1967; Wiley, 1976; Congdom & McComb, 1981), 特히 溫帶地方의 鹽濕地에서 生産性이 높은 種의 하나인 갈대(*Phragmites communis* Trin.)에 대해서는 生産性뿐만 아니라 細胞遺傳學的 硏究(Björk, 1933; Pazourková, 1973), 다른 種과의 相互關係 및 鹽分에 대한 耐性 等이 報告되었다(Dykyjová, 1971; Haslam, 1971; Fiala, 1968; Mason & Bryant, 1975).

韓國에서는 金(1971, 1975)이 木浦地方을 中心으로 干拓地의 植物群落 形成過程과 갈대群落의 生産性을 調査하였고 金等(1972)은 嶺南 및 京畿地方에서, 閔(1981)은 仁川地方에서 各各 갈대群落의 生産性을 調

査하였으며 朴(1962), 朴(1970) 및 金等(1975)은 仁川地方의 干潟地에서 鹽地植物群落의 構造를 報告하였다

또한 洛東江 河口에 있어서는 吳(1970)가 갈대群集의 構造를, Chang and Oh(1977) 및 Chang *et al.* (1978)이 갈대 群落에서의 落葉의 分解를 各各 調査하였으며 金 等(1982) 및 金과 吳(1982)는 各各 洛東江과 西海岸에서 鹽濕地 生態系의 構造와 機能을 綜合的으로 硏究한 바 있으나, 蟾津江 河口 鹽濕地에 대하여서는 河等(1973)이 土壤의 理化學的性質을 調査한 外에는 報告된 바가 없다.

本 硏究는 蟾津江 河口에서 갈대群落을 對象으로 季節에 따른 土壤環境變化와 生産性 및 太陽에너지 固定效率을 調査하였다.

## 調査地 槪況

蟾津江은 智異山에서 發源하여 慶尙南道와 全羅南道의 境界를 이루면서 南海로 流入되는데 全長은 212km로서 길이가 韓國 8位, 流域面積 4897km²로서 9位이다.

本 硏究를 위하여 慶尙南道 河東郡 古田面 所在 蟾津江 河口의 鹽濕地에 形成된 갈대群落 중 두 調査地(Ⅰ地所, Ⅱ地所)를 선정하였다(Fig. 1). Ⅰ地所는 江의 支流인 舟橋川이 本流와 合流되는 地點에 形成된 幅 150m 길이 500m의 섬으로서 陸地와 隔離되어 人間의 間攝이 적으며 比較的 自然狀態로 保全되는 地域이다.

Ⅱ地所는 Ⅰ地所에서 南西쪽으로 1.5km 떨어져 陸

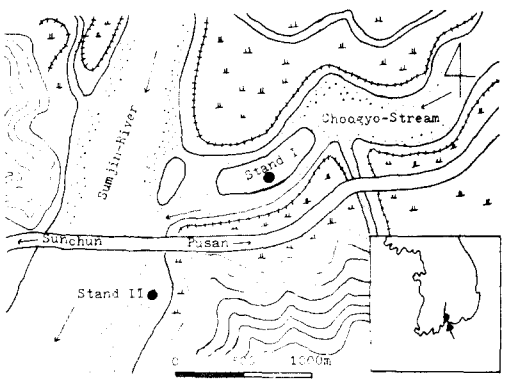


**Fig. 1.** Map showing the study area in the estuary of the Sumjin-River.

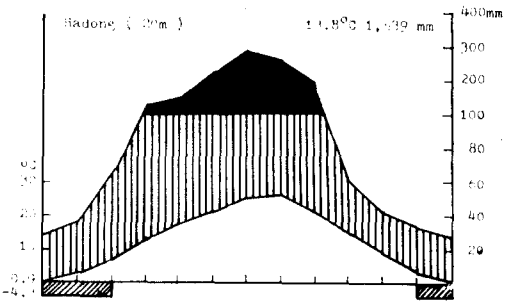


**Fig. 2.** Climate diagram of Hadong located 9 km apart from the study area.

地와 連結된 鹽濕地로서 滿潮時 部分的으로 浸水된다. 이들 두 地所는 모두 갈대의 純群落이 發達되어 있으며 갈대 이외의 種은 分布가 극히 한정되어 있다.

調査地의 北쪽으로 9km 떨어진 河東의 氣象資料에 의하면 年降水量 1,539mm, 年平均氣溫 13.8°C, 陸上植物의 生育期間인 4月부터 9月까지의 月平均 降水量은 211.7mm, 月平均 氣溫은 21.0°C이고 調査期間中의 月平均 太陽放射에너지量은 114,814kcal/m², 日平均 太陽放射에너지量은 3,767.3kcal/m²로서 植物의 生育에 適合한 地域이다(Fig. 2).

## 材料 및 調査方法

### 植物體와 土壤試料의 採集

試料의 採取는 1981年 4月 30日부터 1981年 10月 9日까지 약 4週 間隔으로 實施하였다. 採取地點은 Ⅰ地所에서는 섬의 中央部를 南北으로 貫通하는 直線을 設定하여 그 直線上에 20m 間隔으로 A, B, C, D, E, F 및 G의 7個 固定 調査地點을 選定하였는데 그 중 A, B, F, G 等 4個 地點은 섬의 주변에 位置하여 섬 中央部의 C, D, E 등 3個 地點에 비해 용이하게 浸水된다. Ⅱ地所에서는 江의 本流 쪽에서 陸地 쪽을 향하여 30m 間隔으로 1, 2, 3, 4, 5 및 6의 6個 地點을 選定하였는데 그 중 1, 2 地點은 砂丘이고, 3, 4 및 5 地點은 低位 鹽濕地이며, 6 地點은 高位地帶에 位置하고 있다.

植物體의 地上部는 25×25cm quadrat로 Ⅰ地所는 7個 地點에서, Ⅱ地所는 6個 地點에서 各 地點別로 5回씩 採集하였으며 同時에 土壤도 採取하였다. 採集된 植物體는 葉, 葉鞘와 莖, 生殖器官 및 枯死部分으로 分離하였으며 이를 80°C의 drying oven에서 恒量이 될

때까지 乾燥시켰다. 土壤은 室溫에서 1週日間 陰乾시켜 2mm체로 쳐서 유리병에 保管하고 理化學的 分析에 使用하였다.

**生產性의 推定**

植物體 地上部의 乾燥試料를 秤量하여 單位面積當으로 換算하였고 갈대 以外의 種들은 現存量이 無視해도 좋을 만큼 적었으므로 除外하였다. 乾燥物의 에너지含量은 갈대의 測定 平均値인 4.4kcal/g·dw (Westlake, 1965; Lieth, 1968)를 摘用하였으며, 全太陽放射에너지 中에서 光合成有效放射에너지(Photosynthetically Active Radiation; PhAR; 380~720nm)를 45% (Sims and Singh, 1978)로 看做하여 太陽에너지 固定效率도 計算하였다.

**土壤의 理化學的 分析**

一般的인 것은 Allen 等(1974)의 方法에 따라 분석하였다. pH는 陰乾土壤과 蒸溜水를 1 : 5로 하여 24時間 放置 後 上澄液을 glass electrode pH meter(Fisher Model 142)로 測定하였다. 有機物은 土壤 約 5g을 105°C에서 48時間 drying oven으로 乾燥시킨 後 450°C의 電氣爐(Isuzu Seisaksho Co.)에서 2時間 灼熱시켜 損失量을 測定하였다.

全窒素量은 micro-kjeldahl法으로 定量하였으며, 有效燐量은 Bray No. 2法에 의하여 抽出·發色시켜 Spectrophotometer (Shimadzu UV-190, Double-beam)로 660nm에서 比色 定量하였다. 置換性陽이온은 陰乾試料 5.0g에 pH7.0의 1N ammonium acetate溶液 50ml를 加해 30分間 振盪시킨 後 濾過하여 flame photometer(Schimadzu AA 630-01 Atomic absorption/flame emission Spectrophotometer)로, 나트륨은 589nm에서 加里는 768nm에서 各各 定量하였다.

## 結果 및 考察

**土壤 環境**

兩 調査地所의 地點別 土壤의 理化學的 特性과 그 季節的 變化를 Table 1, Fig. 3 및 Fig. 4에 表示하였다. pH는 두 地所間에 有意한 差異는 없었으나 Ⅰ地所가 Ⅱ地所보다 生育期間 中 全體的으로 약간 높았으며, 그 範圍는 6.18~7.00으로서 다른 地域에서 報告된 6~8(金 等, 1975; 河 等, 1973; 閔, 1981; 金과 吳, 1982)과 類似하였다.

有機物 含量은 Ⅰ地所가 4.71~6.07%로서 Ⅱ地所의 2.35~3.12%보다 월등히 높았는데 그 理由는 後述하는 바와 같이 生產性이 높고 平常時에도 潮水에 의한 流失이 적기 때문인 것으로 思料된다. 置換性 나트륨(Na) 含量도 Ⅰ地所가 Ⅱ地所보다 높았고 季節的으로

**Table 1.** Soil chemical properties of *Phragmites communis* stands in the salt marsh of the Sumjin-River estuary

| Sampling | site | pH | Organic matter (%) | Total nitrogen (mg/g) | Available phosphorus (mg/100g) | Exchangeable potassium (me/100g) | Exchangeable sodium (me/100g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stand Ⅰ | A | 6.64±0.37 | 4.85±1.83 | 1.26±0.22 | 3.52±0.60 | 1.37±0.66 | 10.19±6.40 |
| | B | 6.34±0.34 | 5.30±1.62 | 1.26±0.17 | 2.99±0.53 | 1.56±0.96 | 8.93±6.87 |
| | C | 6.73±0.21 | 5.01±0.99 | 1.17±0.11 | 3.41±0.46 | 1.55±0.80 | 10.80±6.31 |
| | D | 6.65±0.24 | 6.05±1.32 | 1.44±0.14 | 3.52±0.41 | 1.52±0.44 | 10.92±6.26 |
| | E | 6.64±0.22 | 4.84±1.42 | 1.17±0.17 | 3.53±0.31 | 1.50±0.84 | 9.60±6.82 |
| | F | 6.60±0.27 | 5.22±1.05 | 1.19±0.12 | 3.24±0.35 | 1.33±0.74 | 9.11±7.23 |
| | G | 6.57±0.29 | 5.69±1.01 | 1.28±0.12 | 3.48±0.35 | 1.44±0.99 | 9.73±7.07 |
| Stand Ⅱ | 1 | 6.66±0.45 | 1.00±0.59 | 0.29±0.20 | 1.33±1.10 | 0.38±0.25 | 3.84±6.47 |
| | 2 | 6.89±0.49 | 0.78±0.38 | 0.26±0.15 | 0.85±0.53 | 0.48±0.37 | 2.61±3.86 |
| | 3 | 6.84±0.37 | 2.65±0.72 | 0.78±0.20 | 2.76±0.50 | 0.93±0.65 | 5.11±4.76 |
| | 4 | 6.87±0.32 | 4.34±0.55 | 1.01±0.14 | 3.04±0.34 | 1.14±0.57 | 6.77±5.38 |
| | 5 | 6.67±0.24 | 3.43±0.99 | 1.02±0.13 | 2.82±0.39 | 1.20±0.69 | 6.03±4.78 |
| | 6 | 5.94±0.41 | 3.72±1.97 | 0.84±0.39 | 1.24±0.32 | 0.83±0.56 | 3.79±3.32 |

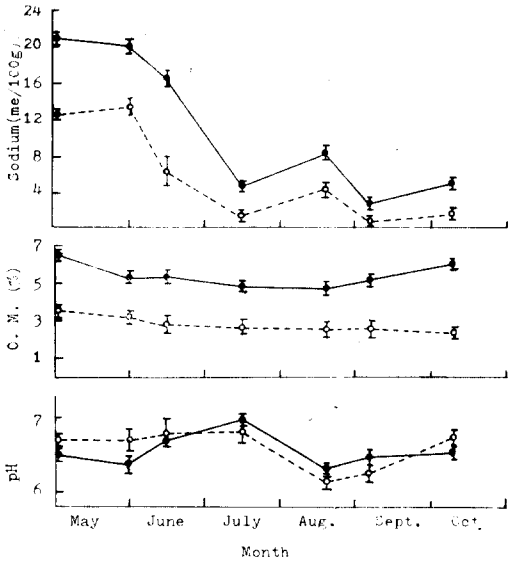


**Fig. 3.** Seasonal changes of pH, organic matter and exchangeable sodium for soil samples collected from *Phragmites communis* stands of the Sumjin River estuary. Vertical bars are standard error(●——●, Stand Ⅰ; ○·····○, Stand Ⅱ).

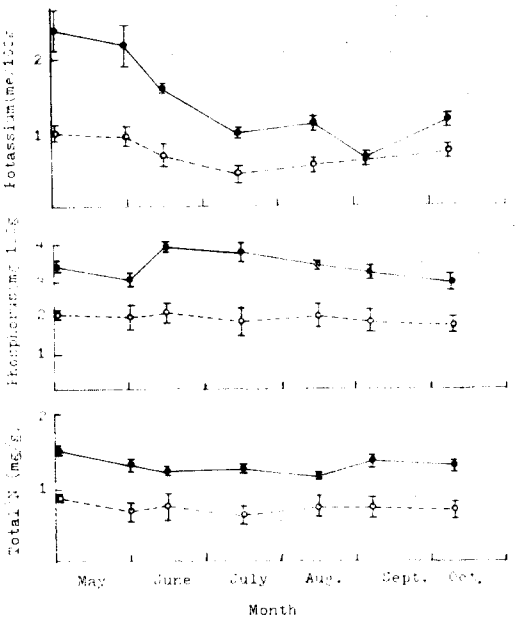


**Fig. 4.** Seasonal changes of total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium for soil samples collected from *Phragmites communis* stands of the Sumjin-River estuary. Vertical bars are standard error(●——●, Stand Ⅰ; ○·····○, Stand Ⅱ).

變化가 심하였으며, 特히 兩 地所에서 7月과 9月에 크게 減少되었는데 이것은 7月의 集中豪雨와 9月의 暴雨를 同伴한 颱風에그니스號가 지나간 후에 土壤試料를 採取하였기 때문으로 생각된다.

全窒素(T-N)含量은 季節的으로는 큰 變化가 없었으나 Ⅰ地所는 1.17~1.37mg/g, Ⅱ地所는 0.63~0.75 mg/g으로서 Ⅰ地所가 全體的으로 높았지만, 金 等(1982)이 洛東江 河口에서 調査한 1.7~2.8mg/g 및 金과 吳(1982)의 2~5mg/g 보다 낮았으며 閔(1981)의 調査値(1~2mg/g)와는 비슷한 水準이었다.

有効燐(A-P)은 Ⅰ地所의 5月과 6月 사이를 除外하고는 季節的으로 큰 差異가 없었으나, Ⅰ地所는 2.93 ~3.98mg/100g으로서 河 等(1973)의 3.73mg/100g 및 Congdom과 McComb(1980)의 1.3~4.5mg/100g과 비슷하였고, Ⅱ地所는 1.77~2.19mg/100g으로서 Ⅰ地所보다 낮았다.

置換性加里(K)는 生育期間 中 낮아지는 傾向이었으며 두 地所가 7月과 9月에 特히 減少되었는데 이것은 Na과 마찬가지로 降雨에 의한 洗脫의 影響인 듯하다. 그리고 Ⅰ地所의 K는 全生育期間 中 0.67~2.21me/100g으로서 Ⅱ地所의 0.45~0.95me/100g보다 높았다. Ⅰ地所의 K값은 閔(1981)에 의한 K값, 0.7~1.5me/100g의 下限値와, 金과 吳(1982)에 의한 것 1.6~2.3 me/100g의 上限値와 各各 類似하였다.

**地上部 現存量의 變化**

兩 地域에서 地上部 現存量의 季節的 變化를 調査한 結果는 Table 2와 같으며, Ⅰ地所의 平均個體數는 165個體/m²이었고, Ⅱ地所의 것은 115個體/m²이었다. 最大現存量은 Ⅰ地所의 1,120g·dw/m²가 Ⅱ地所의 843g·dw/m²보다 277g·dw/m²나 더 높았고 이 最大現存量은 모두 8月 中旬頃에 나타났다. 이러한 結果는 Mason과 Bryant(1975)의 551~1,080g/m², Dykyjová 等(1970)의 1,200g/m² 및 Květ와 Husák(1978)의 1,030 ~3,250g/m²와 거의 같은 水準이었으나, 榮山江 流域의 670~4,650g/m²(金, 1975), 仁川地方의 1,719~2,533g/m²(閔, 1981), 洛東江 河口의 6,461g/m²(金 等, 1982)에 比해서는 낮았는데 이는 地形이나 土壤營養鹽類의 差異 때문인 것으로 보인다.

地上部 現存量의 季節別 變化는 生育初期에 급격히

**Table 2.** Seasonal changes of the aboveground biomass in g. dry weight per square meter of *Phragmites communis* stands for growing season at the salt marsh of the Sumjin-River estuary

| Sampling site | | Apr. 30 | May 30 | June 14 | July 14 | Aug. 19 | Sep. 5 | Oct. 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stand Ⅰ | A | 170 | 358 | 548 | 807 | 1,370 | 1,138 | 812 |
| | B | 180 | 435 | 770 | 1,264 | 1,401 | 1,450 | 1,320 |
| | C | 154 | 303 | 493 | 683 | 855 | 785 | 745 |
| | D | 160 | 350 | 498 | 628 | 782 | 747 | 660 |
| | E | 165 | 403 | 503 | 701 | 932 | 821 | 792 |
| | F | 146 | 315 | 478 | 720 | 1,244 | 853 | 680 |
| | G | 166 | 411 | 614 | 1,187 | 1,259 | 1,029 | 1,020 |
| | Mean | 163 | 368 | 558 | 856 | 1,120 | 975 | 861 |
| Stand Ⅱ | 1 | 128 | 264 | 360 | 487 | 610 | 698 | 680 |
| | 2 | 20 | 62 | 125 | 364 | 477 | 488 | 462 |
| | 3 | 167 | 400 | 529 | 977 | 1,017 | 788 | 695 |
| | 4 | 320 | 778 | 925 | 1,252 | 1,640 | 1,322 | 1,190 |
| | 5 | 172 | 415 | 869 | 985 | 1,199 | 1,088 | 967 |
| | 6 | 105 | 210 | 250 | 280 | 120 | 108 | 65 |
| | Mean | 152 | 354 | 510 | 724 | 843 | 749 | 677 |
| Total mean | | 157 | 361 | 534 | 790 | 981 | 862 | 769 |

增加하는 傾向이었으며 最大値에 到達한 時期가 金(1975)과 閔(1981)의 報告와 一致된 8月이었으나, 金等(1982)의 9月 下旬보다는 빨랐다.

各 調査地點別 現存量은 Ⅰ地所의 경우 浸水地域인 A, B, F 및 G地點이 非浸水地域인 C, D 및 E地點에 比해 대체적으로 높아 吳(1970)가 調査한 洛東江 河口에서의 結果와 一致하였으나, 그 原因에 대해서는 장차 더욱 檢討해야 할 問題로 思料된다. Ⅱ地所에서는 低位鹽濕地인 3, 4 및 5地點이 砂丘인 1, 2地點과 高位地帶인 6地點에 比해서 特히 높은 現存量을 나타내었는데 이것은 有機物, T-N, A-P, K 등의 營養物質 含量이 砂丘나 高位地帶에 比해 높았기 때문인 것으로 생각된다.

地上部 現存量과 土壤營養鹽類와의 關係를 考察하기 위하여 調査地點別 最大現存量과 土壤營養鹽類와의 相關係數를 計算한 結果, 本 調査地所에 있어서는 Fig. 5, 6, 및 7에 나타난 바와 같이, 갈대의 生産性이 A-P($r=0.678$, $P<0.02$). K($r=0.571$, $P<0.05$) 및 T-N($r=0.553$, $P<0.05$)와 相關이 있음을 나타내었는데, 이는 鹽濕地에서 T-N이 植物의 生長에 重要한 制限要因으로 作用한다는 Valiela 等(1978) 및 갈대群落의 生産性이 腐殖質含量과 正相關을 나타낸다는 金(1975)의 調査 結果를 뒷받침해주고 있다.

季節에 따른 地上部 現存量과 各 部位別 乾量의 分配比率을 表示한 結果는 Fig. 8과 같다. 地上部 現存

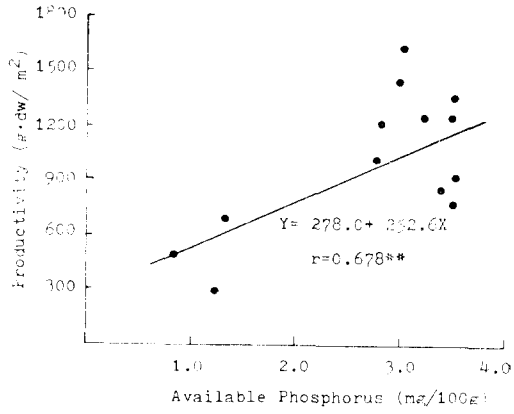


**Fig. 5.** Relationship between the available phosphorus content of soil and the productivity of *Phragmites communis* in the estuary of the Sumjin-River.

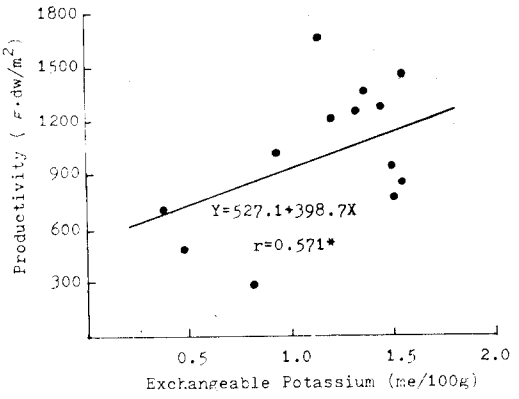


**Fig. 6.** Relationship between the exchangeable potassium content of soil and the productivity of *Phragmites communis* in the estuary of the Sumjin-River.

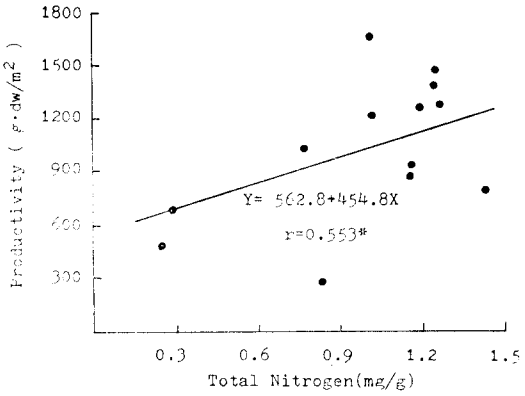


**Fig. 7.** Relationship between the total nitrogen content of soil and the productivity of *Phragmites communis* in the estuary of the Sumjin River.

量(B)은 生育初期에 빨리 增加하며 8月 中旬에 最大値에 到達하고 그 後 減少하는 傾向을 나타내었는데, 이는 4月과 5月 사이에 地下部의 貯藏物質이 地上部로 移動하여 地上部 生長이 빠르게 進行되는 反面 가을에는 同化物質이 地上部로부터 地下部로 移動한다는 Fiala(1978)의 報告와 一致하였다.

各 部位別 乾量의 分配比率에 있어서 줄기(Ws)는 生育初期의 높은 比率이 6月까지 減少하다가 그 後 變化가 없었으나, 잎(Wl)은 6月까지 增加하다가 그 後 減少하였으며 枯死部分(Wd)은 5月下旬부터 形成되어

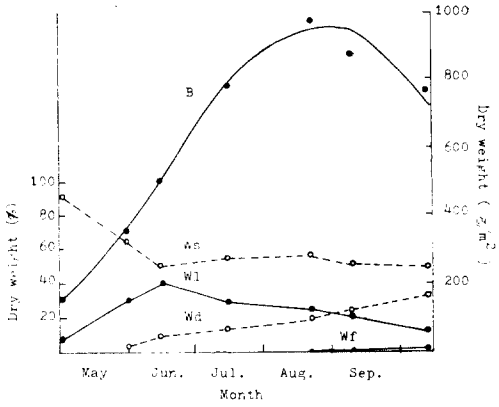


**Fig. 8.** Seasonal changes of the total aboveground biomass(B) and the distribution of biomass into aboveground organs in *Phragmites communis* community of the Sumjin River estuary (Ws-stem, Wl-leaf, Wd-dead parts, Wf-inflorescence).

꾸준히 增加하여 9月 初旬 以後에는 葉量을 超過하였다. 生育初期에 줄기의 比率은 계속 減少하고 잎의 比率이 增加하는 것은 줄기의 生長에 의해 同化器官의 生長이 促進된다는 Dykyjová 等(1970)의 報告와 一致하며, 6月 中旬 以後 葉量의 比率이 점차적으로 減少하는 것은 5月 下旬부터 枯死部位가 增加하기 때문인 것으로 思料된다.

**太陽에너지의 固定効率**

生育期間(4年~9月) 中 全太陽放射에너지量은 619,110kcal/m²이었으며 이 中 PhAR를 45%로 看做하면 278,600kcal/m²가 된다. 最大現存量을 基準으로 生育期間 中의 太陽에너지固定効率($E$)을 다음 式에 의해 計算하면,

$$E=\frac{\text{有機物로 固定된 에너지량}[\text{kcalm}^{-2}\Delta t^{-1}]}{\text{군락에 의하여 수광된 PhAR에너지량}\ [\text{kcal m}^{-2}\Delta t^{-1}]}\times 100$$

Ⅰ地所는 1.77%로서 1.33%인 Ⅱ地所보다 높으며, 草本의 生育期間 中의 $E$의 範圍 1.3~3.0%(Cooper, 1970)에 속하나, 森林의 $E$ 0.5~1.5%(Kira, 1975)보다는 높고, 韓國의 最大値인 洛東江 河口 갈대群落의 3.7%(金 等, 1982)에 比하면 1/3~1/2 水準이다. 生育季節 중의 $E$ 變化는 Fig. 9에 나타낸 바와 같이 生育初期에는 Ⅰ地所와 Ⅱ地所가 各各 1.3%와 1.2%로서 비슷하였으나, 7月에 最大値를 나타내어 3.4%인

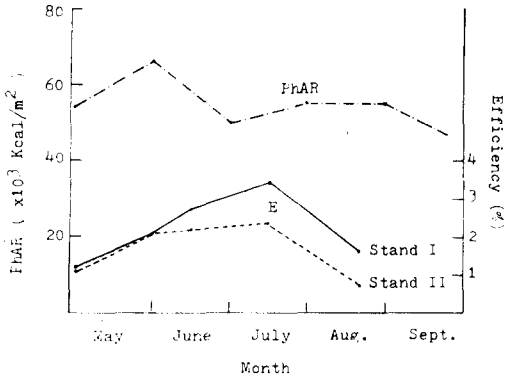


**Fig. 9.** Seasonal changes of PhAR and efficiency coefficient of solar energy conversion (E) calculated on the basis of aboveground biomass in *Phragmites communis* stands through growing season in the estuary of the Sumjin-River.

I 地所가 2.4%인 II 地所에 比해 1.0%가 더 높았다.

## 摘 要


1981年 4月 30日부터 1981年 10月 9日까지 蟾津江 河口 鹽濕地에서 土壤環境이 다른 2地所(I 및 II 地所) 갈대(*Phragmites communis* Trin.)群落을 對象으로 季節에 따른 土壤環境要因과 地上部 現存量의 變化, 土壤無機營養素와 生産性과의 關係 및 太陽에너지固定效率을 調査하였다.

蟾津江 河口 鹽濕地는 氣溫, 降水量 및 太陽放射에너지量이 植物의 生育에 適合하며, 土壤의 無機營養素中 置換性 K와 Na은 生育期間 中 減少되는 傾向을 나타내었으며, I 地所가 II 地所보다 有機物, 置換性 K와 Na, T-N, A-P 等이 모두 높았고 그 中 A-P, 置換性 K 및 T-N가 갈대의 生産性과 正의 相關이 있었다.

地上部는 8月에 最大乾物生産을 나타내어 I 地所 1,120g·dw/m², II 地所 843g·dw/m²이었으며, 生育期間(4月~9月) 中 太陽에너지固定效率은 各各 1.77%, 1.33%이고 生育季節 중의 固定效率은 7月에 最大値를 나타내어 I 地所와 II 地所에서 各各 3.4%와 2.4%이었다.


## 參 考 文 獻


金遵敏·張楠基·李性圭·禹澤根, 1975. 仁川 南洞海岸에 있어서 干潟地 土壤의 鹽度勾配와 植物分布에 關한 硏究. 金遵敏 博士 回甲記念 論文集, 150~157.

金俊鎬·金熏洙·李仁圭·金鍾元·文炯泰·徐桂弘·金元·權道憲·劉順愛·徐榮倍·金永相, 1982. 洛東江 河口生態系의 構造와 機能에 關한 硏究. 自然科學大學論文集, 서울大學校, **7**: 121~163.

金俊鎬·吳桂七, 1982. 韓國 西海岸 干潟地 生態系의 構造와 機能에 關한 硏究. 서울大學校 自然科學綜合硏究所, p. 98.

金喆洙, 1971. 干拓地 植物群落 形成過程에 關한 硏究. 木浦地方을 中心으로, 韓植誌, **14**: 27~33.

金喆洙, 1975. 갈대群落의 現存量과 環境要因에 關한 硏究. 韓植誌, **18**: 129~134.

閔丙夫, 1981. 土壤環境이 다른 海岸 鹽濕地 갈대群落의 營養素 循環과 年純生産性에 對하여. 서울大學校 大學院 碩士學位 論文, 50p.

朴奉奎, 1962. 朱安의 둥둥마디 群落의 生態學的 硏究. 韓國文化硏究院論叢, **3**: 303.

朴仁根, 1970. 朱安海邊의 鹽生植物群落의 연속구조에 관한 硏究. 서울大學校 敎育大學院 學報, **8**: 199~204.

吳桂七, 1970. 洛東江 河口 陸地生態系의 定量生態學的 分析. 韓國自然保存硏究會調査 報告—韓國의 特殊資源 保存을 위한 調査, **2**: 59~76.

河浩成·金容煥·李富永, 1973. 干拓地 土壤에 關한 硏究. I 南海岸 干拓地의 理化學的 性質과 除鹽에 關하여. 慶尙大學校 農業資源利用硏究所報, **7**: 61~68.

Allen, S. E., H. M. Grimshaw, J. A. Parkinson and C. Quarmby, 1974. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific Pub. Oxford.

Björk, S., 1963. Chromosome geography and ecology of *Phragmites communis*. Södra Sveriges Fiskeri förening 1961~1962, 1~11.

Chang, N. K. and K. H. Oh, 1977. The decomposition rates of the organic constituents of the litter in *Phragmites longivalvis* grassland in a delta of the Nakdong-River. Collection of thesis, Coll. of Education, Seoul National University, **15**: 129~142.

Chang, N. K., K. H. Oh and B. H. An, 1978. The turnover rates of N, P, K, Ca, and Na of the litter in *Phragmites longivalvis* grassland in the delta of the Nakdong-River. Science Education, S.N.U., **3**: 17~24.

Congdom, R. A. and A. J. McComb, 1981. The vegetation of the Blackwood River Estuary, South-West Austr-

alia. Jr. Ecol., 69 : 1~16.

Cooper, J. P., 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasslands. Herbage Abstract, **40** : 1~15.

Dykyjová, D., 1971. Ecotypes and ecomorphoses of common reed, *Phragmites communis* Trin. Preslia, **43** : 120~138.

Dykyjová, D., 1978. Determination of energy content and net efficiency of solar energy conversion by fishpond helophytes. In: Pond Littoral Ecosystems, Dykyjová, D. and J. Květ(ed.) Springer-Verlag., p. 216~220.

Dykyjová, D., J. P. Ondok, and K. Priban, 1970. Seasonal changes in productivity and vertical structure of reedstands(*Phragmites communis* Trin.). Photosynthetica, **4** : 280~287.

Dykyjová, D. and S. Pribil, 1975. Energy content in the biomass of emergent macrophyte and their ecological efficiency. Arch. Hydrobiol., **75** : 90~108.

Fiala, K., 1968. Growth and production of underground organs of *Typha latifolia* L., *Typha anguatifolia* L., and *Phragmites communis* Trin. Pol. Arch. Hydrobiol., **20** : 59~66.

Fiala, K., 1973. Growth and production of underground organs in *Phragmites*(Ms, in Czech.). Thesis, Inst. of Botany, Czechosl. Ac. Sci. Brno.

Fiala, K., 1978. Seasonal development of helophyte polycormones and relationship between underground and aboveground organs. In: Pond Littoral Ecosystems, Dykyjová, D. and J. Květ(ed.). Springer-Verlang, pp. 174~181.

Haslam, S. M., 1971. Community regulation in *Phragmites communis* Trin. II Mixed stands. J. Ecol., **59** : 75~88.

Kim, C. M., Y. J. Yim and Y. D. Rim, 1972. Studies on the primary production of the *Phragmites longivalvis* community in Korea. The report for the IBP No. 6. Korean National Committee for the IBP, pp. 1~7.

Kira, T., 1975. Primary production of forests. In: Photosynthesis and productivity in different environments. J.P. Cooper(ed.), I.B.P. No. 3. Cambridge University Press. Cambridge London.

Květ, J. and S. Husák, 1978. Primary data on biomass and production estimates in typical stands of fishpond littoral plant communities. In: Pond Littoral Ecosystems, Dykyjová, D. and J. Kvet(ed.). Springer-Verlag. pp. 211~220.

Lauff, G. H., 1967. (ed.) Estuaries. American association for the advancement of science, Washington.

Lieth, H., 1968. The measurement ef calorific values of biological materials and the determination of ecological efficiency. In: Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level, Eckardt, F.E. (ed.), Unesco. Paris., pp. 233~242.

Mason, C. F. and R. J. Bryant, 1975. Production, nutrient content and decomposition of *Phragmites communis* Trin. and *Typha angustifolia* L. J. Ecol., **63** : 71~95.

Ondok, J. P. and J. Květ, 1978. Selection of sampling areas in assessment of production. In: Pond littoral ecosystems. Dykyjová, D. and J. Květ(ed.), Springer-Verlag., pp. 163~174.

Pazourková, Z., 1973. Caryology of some forms of *Phragmites communis* Trin. In: Ecosystem study on wetland biome in Czechoslovakia. Hejný, S. (ed.), Czechosl. IBP/PT-PP, Rep. No. 3. Trebon., pp. 147~149.

Reid, G. K., 1961. Ecology of inland waters and estuaries. Reinhold, New York.

Reid, G. K. and R. D. Wood, 1976. Ecology of inland waters and estuaries. D. Van Nostrand Co. New York, 485p.

Rochford. D. J., 1951. Studies in Australian estuarine hydrology. I. Introductory comparative features. Australian Jr. of Marine and Freshwater Research, **2** : 1~116

Sims, P. L. and Singh, J. S. 1978. The structure and function of ten Western North America grassland. II. Intraseasonal dynamics in primary producer compartments. Jr. Ecol.,**66** : 547~572.

Teal, J. M., 1962. Energy flow in the saltmarsh ecosystem of Georgia. Ecol., **43** : 614~624.

Valiela, I., J. M. Teal, S. Volkman, D. Shafer and E. J. Carpenter, 1978. Nutrient and particulate fluxes in a saltmarsh ecosystem. Tidal exchanges and inputs by precipitation and groundwater. Limnol. Oceanogr., **23** : 798~812.

Westlake, D. F., 1965. Some basic data for investigations of the productivity data-Proc. IBP symposium primary productivity in aquatic environments. Plallanza, pp. 229~248.

Wiley, M., 1976. (ed.) Estuarine processes, Vol. I. Uses, stresses and adaptation to the estuary. Academic Press, New York.

(1983年 2月 14日接受)