

自然生幼齡 소나무林內 草本層의 種多樣度와 生態的地位量에 對하여

吳 桂 七  
(西江大學校 理工大學 生物學科)

Species Diversity and Niche Breadth of the Herb Layer Communities  
in Young Open Natural *Pinus densiflora* Stands.

Oh, Kye Chil  
(Department of Biology, Sogang University, Seoul)

ABSTRACT

Counts of herb stems were made with each systematic grid sized 10cm by 1300cm within six apparently homogeneous herb layers under the open young Japanese red pine, *Pinus densiflora*, stands. The stands had often been subjected to strong human interferences such as burning, cutting, grazing, and denuding since human settlement until the conservation scheme practiced in these stands for last decade. In addition, amounts of loss of ignition and field capacity were determined to detect soil heterogeneity among and within the stands.

The values of information measure of diversity(H), and Hurlbert's probability of interspecific encounter( $\Delta_1$ ) obtained here do not show any consistent correlation. The amount of interspecific competition( $\Delta_2$ ), the ratio of interspecific to intraspecific competition( $\Delta_3$ ), Levin's niche breadth( $S_h$ ), and species evenness (V), increase, while the amount of intraspecific competition decrease, as the soil factors become favorable. One stand examined does not follow the above trends, which is more young and shows strong within site heterogeneity of the soil factors. The stand includes pioneer species which is not detectable without detailed observation.

It is argued that in stable or favorable environment more intense interspecific competition and less intraspecific competition might occur, but this situation does not necessarily always bring smaller niche breadth. In this connection, the results support Hurlbert's contention that the two components of diversity should be analyzed separately.

序 論

Niche라는 말은 Udvardy(1959)에 의하면 Joseph Grinnell이 1917년에 먼저 사용했다고 하며 이때 그 뜻은 "Subdivision of habitat"라는 내용이 었다. 그 후 Elton(1927)은 niche를 生物群集內에서의 種의 役

割이라고 定義한바 있다. 그후 Hutchinson(1958), MacArthur(1968), Levin(1968) 등에 의해서 그 概念이 擴充定立되는 同時에 niche breadth나 niche overlap등을 數量的으로 測定하는 筈이 摸索되였다. 그후 Hurlbert(1971)는 그들의 從前의 接近方式과는 다른 公式을 提案했다.

우리나라에서는 現在까지 以上 例擧한 그 어느 方式도 全然 採擇 適用되었던 例가 없고 特히 Hurlbert의 公式은 Shafi와 Yarranton(1973)에 依해서 多機한 植物群集을 相對로 適用되었을 뿐이다. 따라서 本人은 以上 各가지 接近方式을 우리의 소나무林內의 草本層을 對象으로 適用해봄으로써 이들 草本層內의 各 種들의 動態를 理解하고 種 diversity와 niche breadth에 關聯된 여러 가지 假設을 檢討하는데 어떤 도움을 줄 수 있는지를 알아 보고자 한다.

研究場所 및 方法

從前研究에 있어서는 標本蒐集場所가 比較的 巨次元的이어서 地積의 크기와 使用基本單位地積도 다르고 그 數에 있어서도 달랐다. 本研究의 第一次의 目的은 Hurlbert(1971)의 提案을 보다 더 嚴密하게 檢討해보는데 있음으로 그의 標集方式에 忠實히 따랐다.

SN-4에서 SN-6까지는 京畿道楊州郡一牌리에 있으며 SN-4는 主로 새, *Arundinella hirta* Thunb, 개솔새, *Cymbopogon tortilis* var. *geringii* Steud., 새풀, *Colamagrostis arundinaceae*, L. 및 그늘사초, *Carex lanceolata* Boott, 로 덮혀 있었으며 SN-5에는 김의털, *Festuca ovina* Linné, 새, 새풀, 밀개솔새가 主로 많이 자라고 있었다. SN-6에서는 새와 그늘사초를 가장 흔히 볼수 있었다. SN-7은 永登浦區 傍花洞 硯화산에 位置하고 있으며 쇠풀, *Andropogon brevifolius* Swarty var. *genuina* Haecckel, 개솔새, 및 새를 가장 흔히 볼수 있었다. SN-8은 永登浦區 월촌 嶺 安養川入口 金浦側 橋端에서 南側 약 500m地點에 있으며 여기서는 김의 털, 역새, *Miscanthus*

*sinensis* var. *purpurascens* Rendle 절죽, *Rhododendron Schlippenbachii* Maximowicz 등이 가장 흔히 자라고 있었다. SN-9은 永登浦區 신촌 正西 500m 嶺 내북동地方에 자리잡는 곳이며 김의털, 새, 쇠풀 등이 가장 흔히 있었다(Table 1).

各地所에서 鋼鐵製尺을 利用하여 基線으로 삼고 10×10cm 鍍製 quadrat를 使用 連續 65回에 걸쳐 그 측에 있는 種子植物의 풀기數와 種名을 記錄 field note을 作成하였다. 地所別로 이와같은 標集을 두번하였다. 동시에 soil sleeve를 利用 地所마다 3개의 soil core를 採取하되 가장 極端한 차이가 나도록 그 장소를 선택했다.

土壤分析

토양은 氣乾 후 2mm 체트 친후 通過된것을 對象으로 容水能(Field capacity)은 105°C로 乾燥시킨후 乾고 有機物喪失量은 電氣로에서 420°C로 加熱후 測定하였다. pH는 Beckman pH meter로, 全질소량은 micro-kjeldahl法으로, 溶解性磷量은 Bray's method (Bray, 1948)로 各各 測定하였다. 孔隙量은 bulk 및 particle density를 測定후 推算하였다.

種別莖數資料의 分析

前記 quadrat內의 種子植物의 地上部莖數를 基準으로 삼고 6個所의 種多樣度를 Shannon과 Weaver's (1949) formula(Shannon—Wiener function) 즉

$$H' = -\sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \log \frac{N_i}{N}$$

에 따라서 算定하였다.

단 N은 場所別總莖數이고 N<sub>i</sub>는 種別總莖數이다. 各 (10×10cm 方形區 內의 莖數를 種別로 合하여 N<sub>i</sub>를 얻었다.

Table 1. Location of pine stands and soil characteristic of herb communities in central Korea

| Site No. | Geographic position |            | Altitude (m) | Exposure | Slope | Soil description  |
|----------|---------------------|------------|--------------|----------|-------|---|
|          | N                   | E          |              |          |       |   |
| SN-4     | 37°32'12"           | 127°11'18" | 60           | flat     | flat  | Lithosol, granite gneiss origin, gravelly loams well drained      |
| SN-5     | 37°32'18"           | 127°11'18" | 80           | SW       | 20°   | Ditto   |
| SN-6     | 37°32'36"           | 127°11'24" | 60           | flat     | flat  | Ditto   |
| SN-7     | 37°34'36"           | 126°48'40" | 60           | NE       | 30°   | Lithosols, granite gneiss origin, sandy loam, excessively drained |
| SN-8     | 37°32'06"           | 126°52'36" | 80           | NE       | 30°   | Lithosols, schist origin origin, silt loam, excessively drained   |
| SN-9     | 37°31'54"           | 126°52'12" | 40           | W        | 10°   | Lithosol, granite gneiss origin, sandy loams, well drained        |

The probability of interspecific encounter, ( $\Delta_1$ ), (Hurlbert 1971), 도 場所別로 算出하였다.

$$\Delta_1 = \left[ \frac{N}{N-1} \right] \left[ 1 - \sum_{i=1}^s \left( \frac{N_i}{N} \right)^2 \right]$$

Levin's niche breadth(1968),  $S_h = 1/(1-\Delta_2)$ 로 算出하였다. 단  $\Delta_2 = 1 - \sum_{i=1}^s \left( \frac{N_i}{N} \right)^3$  즉 Simpson's measure of concentration(1949)와 같다.

前記한 것들을 바탕으로 種內競爭,  $(1-\Delta_1)$ 과 種間對種內競爭比,  $\Delta_4 = \Delta_1 / 1 - \Delta_1$ 을 아울러 求했다.

끝으로 Hurlbert(1971)의 Species evenness,  $V = \frac{\Delta_1 - \Delta_{min}}{\Delta_{max} - \Delta_{min}}$ 를 求했다. 단  $\Delta_{min}$ : 한種의 莖數는

$N - (S - 1)$ 이고 그밖의 나머지種의 莖數는 다각각 하나일 경우이며,  $\Delta_{max}$ : 모든 種에 屬한 莖數가 다 같은 境遇이다.

結 果

Simpson's measure of diversity( $\Delta_2$ ) probability of interspecific encounter( $\Delta_1$ ), Levin's niche breadth( $S_h$ ) 및 種間對種內競爭比( $\Delta_4$ )는 site SN8, SN4, SN5, SN6, SN9 및 SN7의 順序로 減少되고 있으나 反對로 種內競爭( $1-\Delta_1$ )은 그들  $S_h$ 의 順序에 따라 增加하고 있다. Shannon-Weaver formula에 따른 값은 前記各尺度와는 一致되지 않는 順序로 나타났다 (Table 2).

Table 2. Values of diversity index( $H'$ ), probability of interspecific encounter( $\Delta_1$ ), Levin's niche breadth( $S_h$ ), intraspecific competition( $1-\Delta_1$ ), ratio of interspecific to intraspecific competition ( $\Delta_4$ ), and species evenness( $V$ )

| Measures                    | Site number |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                             | 8           | 9      | 4      | 5      | 6      | 7      |
| $\Delta_2$                  | 0.8620      | 0.7361 | 0.8546 | 0.8317 | 0.7879 | 0.6854 |
| $\Delta_1$                  | 0.8632      | 0.7367 | 0.8552 | 0.8324 | 0.7891 | 0.6869 |
| $S_h$                       | 7.2448      | 3.7896 | 6.8752 | 5.9421 | 4.7145 | 3.1889 |
| $1-\Delta_1$                | 0.1368      | 0.2633 | 0.1448 | 0.1676 | 0.2109 | 0.3131 |
| $\Delta_4$                  | 6.3099      | 2.7979 | 5.9061 | 4.9666 | 3.7416 | 2.1939 |
| $H'$                        | 0.4378      | 0.7898 | 0.2502 | 0.3576 | 0.3362 | 0.1295 |
| $V$                         | 0.8993      | 0.7697 | 0.8768 | 0.8509 | 0.8041 | 0.7164 |
| Observed no. of species     | 21          | 19     | 29     | 32     | 26     | 19     |
| Total no. of stems observed | 715         | 1191   | 884    | 1205   | 651    | 1314   |

Table 3. Mean values of three observations and difference between the extremes for field capacity(%), organic content(%), pH, total nitrogen(%), and easily soluble phosphorus(ppm) of soil samples from six sites

| Soil factors              | Site number        |                     |                    |                    |                    |                    |
|---------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                           | 8                  | 9                   | 4                  | 5                  | 6                  | 7                  |
| Field capacity            | 70.67<br>(17.73)   | 68.55<br>(12.10)    | 68.02<br>(3.31)    | 64.65<br>(5.63)    | 58.21<br>(3.99)    | 46.89<br>(3.90)    |
| Organic content           | 11.10<br>(1.75)    | 8.99<br>(1.72)      | 7.80<br>(0.64)     | 7.76<br>(1.74)     | 6.71<br>(0.62)     | 4.17<br>(0.93)     |
| pH                        | 4.70<br>(0.15)     | 4.70<br>(0.20)      | 5.02<br>(0.20)     | 4.90<br>(0.35)     | 4.77<br>(0.10)     | 4.73<br>(0.10)     |
| Total nitrogen            | 0.0880<br>(0.1237) | 0.1344<br>(0.03470) | 0.2178<br>(0.3266) | 0.0929<br>(0.0139) | 0.0741<br>(0.0419) | 0.0556<br>(0.0361) |
| Easily soluble phosphorus | 9.706<br>(6.219)   | 10.601<br>(4.240)   | 5.442<br>(0.495)   | 7.326<br>(3.746)   | 5.347<br>(1.080)   | 7.210<br>(1.975)   |

한된 土壤의 物理化學的 要因中의 몇가지를 보전때 field capacity와 有機物量은 SN8, SN4, SN5, SN6, SN9, 및 SN7의 順序로 減少되고 있으나 pH와 窒素 양 및 可溶性磷量은 그러한 傾向을 나타내지 않고 있다(Table 3).

論 議

SN-9을 除外하고는 field capacity와 有機物量이 減少될수록 種內競爭이 더 심해지고 種間競爭은 弱화된을 알수 있다.

前記 두가져 要因의 量이 增加할은 植物의 生育條件이 더 良好해짐을 意味한다. 따라서 前記한 種間 및 種內競爭의 傾向은 stability-time hypothesis(Sanders, 1968)과 一致한다. 환경이 더 좋을수록 種間競爭은 심해지고 反對로 不良할수록 種內競爭이 더 심해지고 있는 것은 長期的인 進化的 壓力 때문이라고 본다. 따라서 niche breadth는 環境이 더 良好 할수록 좁아지는 것이 妥當할것임에도 不拘하고 本研究에서는 그와는 反對로 더 넓어지고 있다. 이 점과 前記한 種內 및 種間競爭의 傾向성은 Shafiq와 Yarranton(1973)이 얻은 結果와는 相反된다. 植物集團에 있어 種內競爭이 種間競爭보다 더 激烈한 것임은 疑할 나위도 없다(de Wit, 1960). 아마도 Shafiq와 Yarranton(1973)의 研究에 있어서는 生活型과 時間的 次元에 있어 너무나도 多様な 植物集團들을 對象으로 分析한 것이여서 그런 結果가 나온것 같다.

그러면 本人의 結果에 있어 나타난 niche breadth의 傾向이 다른 研究와 같지 아니한 理由는 무엇일까? 이에 答하기전에 species evenness를 于先 살펴보자. 環境이 良好해질수록 즉 niche breadth가 增加할수록 species evenness는 同時에 增加하고 있다. 아마도 모든 niche가 아직도 다 占有되어 있지 못한 탓으로 上記한 結果가 나타난것 같다. 즉 本研究에서 본 realized niche는 아직도 增加 추세에 있으며 이들 群集들은 그 組成上의 變化가 앞으로 더 持續될 것으로 보인다. 즉 種數는 더 減少되고 이를 少數의 種間의 競爭이 더 激化되면서 種內競爭은 弱화되고 少數殘存種은 서로 共存해가는 過程에 있는 것 같다.

Shafiq와 Yarranton(1973)에 있어서는 Shannon's Index와 Hurlbert의  $\Delta_1$  이 서로 같은 傾向을 보였으나 本人의 結果는 그와는 달랐다 本人이 얻은  $\Delta_1$ 은 Shafiq와 Yarranton(1973)이 얻은 0.9와 0.8과 매우 비슷하여 species evenness 값도 그가 얻은 0.9~0.8과 비슷한 0.8993~0.7164의 범위내에 있다.

Soil pH, 窒素량 및 可溶性磷量은 前記한 各種尺

度의 順位와 맞지 않는다. 아마도 여기서 본 그들의 量의 差異는 이들 植物種의 生育에 큰 影響을 끼치지 않을 정도의 것인지도 모르겠고 이들 量의 時期的 變動은 野外容水量이나 有機物量보다 더 심한것이여서 이런 結果가 나타나는지도 모르겠다. 本人 생각으로는 野外容水量이나 有機物量이 더 支配的으로 作用하고 있을것으로 보인다(Oh, 1972).

最少 容水量과 有機物量 및 pH등의 경우에는 관측치의 極端值사이의 차가 그리 크지 않으나 窒素량 및 磷量의 경우에는 그 극한치의 차이가 매우 큰 것에 留意해야 할 것이다(Table 3).

SN-9의 境遇란은 前記한 一般的인 傾向에서 벗어나 있다. 이곳의 有機物量 및 野外容水量이 각각 8.99% 및 68.55%나 되지 않는 이런 測定值의 極端值가 특히 다른 곳의 그것보다 큰 것에 비하여 이곳의 地所內 차이가 심한것 같다. 식물이 相當數 있는 것으로 보아 近來에 이로서 地所內의 一部가 잔티베기作業으로 심히 攪亂되었던 것 같다. SN-7은 이들 조사地所 중 가장 나이가 어린 草本層임은 調査地所 全面에 걸쳐 식물이 나있는 것으로 미루어 分明하다. 어느 地所나 外見上으로는 큰 차이가 없는 새나 새풀, 개솔새나 억새 群集으로 보였었다.

附記

本 研究은 시강大學校로부터 支給된 研究補助金으로 이루어졌으며 박 지창, 박 흥근, 이 선용 및 일 호 선광 등은 酷熱한 무더위와 野外作業을 도와주었으며, 임 공인 및 황 우성 助敎는 土壤分析과 資料의 整理分析을 도왔다. 깊이 謝意를 표한다.

參 考 文 獻

Bray, R.H. 1943. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizer requirement. Diagnostic technique for soils, and crops, p.53-86. The American Potash Institute, Washington D.C.  
 de Wit, C.T. 1960. On competition Versl. landbouwk. Onderz 66 : 8.  
 Elton, C. 1927. Animal ecology. Sidwick and Jackson, London.  
 Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. Ecology 52 : 577-586.  
 Hutchinson, G.E. 1958. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 22 : 415-427.  
 Levin, R. 1968. Evolution in changing environments. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J. 120p.  
 Mac Arthur, R. 1958. The theory of the niche. p.159-176 in Population Biology and Evolution, ed. by R.C.Lewontin. Syracuse Univ. Press, Syracuse, N.Y.

- Margalef, D.R. 1968. Perspectives in ecological theory. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Oh, K.C. 1972. An analysis of the relationship of soil factors to the height growth of *Pinus densiflora* within the young natural stands in central Korea. *Korean J. Botany* 15: 1-12. (Korean text with English summary)
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Amer. Naturalist* 102: 243-282.
- Shannon, C.E., and W. Weaver 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, p.117
- Shafi, M.I., and G.A. Yarranton, 1973. Diversity, floristic richness and species evenness during a secondary (post-fire) succession. *Ecology* 54: 897-902.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Udvardy, M.D.F. 1959. Notes on the ecological concepts of habitat, biotope, and niche. *Ecology* 40: 725-728.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.  
(1974. 11. 23 접수)