

## 우리나라 無人島嶼의 地理的 環境과 植物의 分布 pattern 사이의 相關性 分析

鄭 載 珉<sup>†</sup> · 洪 庚 洛

임업연구원 산림유전자원부 유전자원과

**적 요:** 본 연구는 환경부의 '전국 무인도서 자연환경조사 보고서(1999년~2001년)'에서 발췌한 261개의 무인 도서를 대상으로 섬의 지리적 환경과 섬에 분포하는 관속식물의 종수 및 분포사이의 상관성을 구명하고자 수행하였다. 261개 도서의 평균 면적은 75,000m<sup>2</sup>이며, 면적의 분포범위는 최소 1,100m<sup>2</sup>에서 최대 961,200m<sup>2</sup>였다. 육지와와의 최단거리 평균은 14.9km(150m~51.4km)이었다. 261개 도서에서 관찰된 전체 종수는 30과 1,109종으로, 각 도서당 관찰된 종수의 평균은 98.7종이었다. 자생식물은 1,003종(90.4%)이었으며, 귀화식물은 106종(9.6%)로 조사되었다. 그리고 조사된 전체 종수 중에서 국화과가 114종으로 가장 많았으며, 벼과(90종), 콩과(54종), 장미과(53종) 순으로 나타났다. 261개 섬은 출현한 식물종의 구성에 근거하여 다차원척도분석을 실시한 결과 '남해그룹(130개 섬)'과 '서해그룹(131개 섬)'의 두 지역으로 뚜렷이 구분할 수 있었다. 서해그룹에 속하는 섬들은 남해그룹의 섬들에 비해 면적이 더 넓었으나(서해그룹 평균= 93,000m<sup>2</sup>, 남해그룹 평균= 57,000m<sup>2</sup>), 도서당 출현 종수는 적었다(서해그룹 평균=192, 남해그룹 평균=233). 또한 서해그룹보다는 남해그룹에만 한정적으로 분포하는 종들이 두 그룹을 구분하는데 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 나타나서, 위도에 따른 식물 분포를 반영하고 있다. 출현하는 식물 종수에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 섬의 면적이었으며, 육지와와의 최단거리와 인간의 간섭 인자 순으로 나타났다. 식물종수에 미치는 환경인자들은 서해그룹과 남해그룹에서 각기 다르게 나타났으며, 남해그룹의 섬들이 서해그룹의 섬들에 비하여 육지와와의 거리가 가깝고 단위면적당 출현 종수가 많았기 때문에 보다 다양한 환경인자들에 의해 민감하게 영향을 받는 것으로 생각된다.

따라서 이상의 결과들은 무인도서 생태계 보존을 위해 중요하게 활용될 것으로 기대되며, 앞으로 인간간섭과 귀화식물종이 무인도서 생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 계속적으로 이루어질 것이다.

**검색어:** 관속식물, 귀화식물, 다차원척도분석, 도서생물지리설, 무인도서, 지리적 환경

### 서 론

우리나라는 반도라는 지형적인 특성때문에 주변에 총 3,153개의 島嶼가 분포하고 있는데, 그 중에서 사람이 살지 않거나 살수 없는 無人島嶼는 약 2,689개로서 그 대부분이 서해와 남해에 분포하고 있다(내무부 1996). 일반적으로 섬들은 형태와 면적, 해발고에 있어서 매우 다양하며, 특히 섬의 형태는 주변의 내륙과 인근 섬들의 위치와 방향, 크기에 따라 오랜 기간 해식작용을 받아 형성되어 왔다.

무인도서는 유인도서에 비해 인간의 간섭을 적게 받기 때문에 생태계가 비교적 안정적으로 유지될 수 있으나, 무인도서는 대체로 좁은 면적에 서식지가 단조롭기 때문에 주변의 대륙이나 큰 섬에 비해 단위 면적당 종다양성은 낮다고 보고되었으며(Chown *et al.* 1998, Kadmon and Pulliam 1993), 급작스런 환경변화에 따라 집단의 파괴나 멸종의 가능성 또한 높다(Whittaker 1995). 도서생물지리설(island biogeography)의 기본 원리에 의하면 섬에 서식하는 종의 수는 섬의 면적이나 대륙으로부터의 거리, 서식지의 다양성에 따라 유의적으로 변한다고 하였으며

(Kadmon and Pulliam 1993, Whittaker 1998), 이러한 섬들중 대부분은 대륙으로부터 오랜 기간 격리되어 있고, 독특한 자연환경을 유지하고 있기 때문에 적응분화한 고유종이나 희귀종들의 비율이 높은 지역이다(Whittaker 1998). 기존의 연구들은 섬의 종풍부성의 변이를 설명하는데 주력하였다(MacArthur and Wilson 1967, Kohn and Walsh 1994, Whittaker 1998).

무인도서의 생태계를 보존하기 위해서는 우선적으로 각 섬들에 대한 식물상과 식생에 대한 자료가 충분히 축적되어야 하며, 더 나아가 식물생태적지리학(ecological plant geography)이나 각 식물종에 대한 분포의 역사나 진화를 추정하는 식물역사지리학(historical plant geography)에 대한 연구의 활성화도 요구되는 시점이다. 그리고 도서생물지리설을 응용하여 면적과 거리, 서식지 환경에 따라 식물종의 다양성과 종구성의 추이양상을 구명하는 것도 중요한 과제이다.

우리나라 유인도서의 식물상에 대한 식물구계지리학적 연구는 지속적이고 폭넓게 수행되어 왔지만, 무인도서에 대해서는 극히 일부 섬에서만 보고되었다(김과 김 1979, 이 1980, 이와 번 1987). 최근 환경부에서는 1998년부터 무인도서 보전계획의 일환으로 무인도서의 생태계를 체계적으로 관리하기 위하여 법령

<sup>†</sup> Author for correspondence; Phone 82-31-290-1147, Fax: 82-31-290-1040, e-mail: rhuso@hanmail.net.

을 제정하고, 연차적으로 남서해안의 무인도서 생태조사를 실시하여 생태계의 많은 자료들을 축적하고 있다(Appendix I. 참조).

따라서 본 연구는 우리나라의 261개 무인도서에서 관찰된 관속식물을 대상으로 섬의 지리적 환경과 식물 종수 및 분포사이의 상관성을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 자료 수집

환경부는 1998년부터 무인도서의 생태계를 체계적으로 관리하기 위하여 연차적으로 무인도서 생태조사를 실시하고 있다. 그 결과 1999년~2001년까지 출간된 '전국 무인도서 자연환경조사 보고서(Appendix 1.)'에 기재된 도서중에서 식물상 조사가 충분히 행해졌다고 판단되는 261개 무인도서(5개도, 17시군 소재)를 선정하였으며, 본 연구를 위해 필요한 각 섬의 식물상과 환경요인에 관한 자료를 발췌하여 분석하였다. 조사가 미흡하다고 생각되는 일부 섬에 대한 부족한 자료는 본 연구자가 직접 조사하여 추가하였으며, 기타 문헌상의 자료도 첨가하였다. 식물상 조사는 지역에 따라 조사자가 다를 수 있으며, 조사자의 견해에 따라 발생하는 同種에 대한 異名 또는 중복된 자료들은 수정 및 보완하여, 각 섬에서의 종수의 변화를 최소화하는 방향으로 자료를 정리하였다. 각 섬에 대한 육지와외의 최단거리와 위도, 경도, 해발고 등 보고서에 기록되지 않은 자료들은 지도(국립지리원 발간 1/25,000과 1/50,000)와 기타 문헌에서 측정된 자료를 이용하였다.

### 자료의 정리 및 통계분석

본 연구의 대상지역인 261개 무인도서에 대한 지리적 환경요인으로는 도서 면적, 육지와외의 최단거리, 인간의 간섭 강도 및 경도와 위도 등을 사용하였으며, 면적과 출현한 관속식물의 종수는 정규성을 만족시키기 위하여 로그(log) 변환을 실시하였다. 그리고 본 논문에서 언급되는 종수는 분류학적인 종(species)과 변종(variety), 품종(forma)같은 중하분류군들을 종합한 전체 종류를 의미한다.

도서의 분포형태는 두 개 이상의 섬이 인접하여 분포하는 경우 '군도'로 구분하여 하나씩 독립적으로 분포하는 섬들과 구별하였다. 인간의 간섭 강도는 5단계로 나누었는데, 강도 '1'은 뚜렷한 간섭 기록이 없는 상태, '2'는 인간의 출입 흔적이 있는 경우, '3'은 일부 경작과 약간의 방목이 이루어지거나 가벼운 산화가 있는 경우, '4'는 방목이 오랫동안 이루어졌거나 조림, 경작 등이 기록된 상태, '5'는 거주하는 사람들이 있으며 경작과 방목이 지속적으로 이루어지는 경우로서 임의로 구분하였다.

출현 종의 구성에 따른 도서의 분포를 살펴보기 위하여 종의 출현 여부를 자료로 하여 도서간 Sørensen 유사도지수를 구하고, 다차원척도분석을 실시하였으며, 공식은 다음과 같다(Krebs, 1999).

$$S_s = \frac{2 \times n_{11}}{2 \times n_{11} + n_{10} + n_{01}}$$

$S_s$  : Sørensen's similarity coefficient

$n_{11}$  : 두 섬에 공히 존재하는 종의 수

$n_{10}$  또는  $n_{01}$  : 두 섬중 한 섬에만 배타적으로 존재하는 종의 수

식물종수와 환경요인의 상관관계를 파악하기 위하여 Pearson의 단순상관분석과 공분산행렬을 이용한 경로분석(path analysis)을 실시하였으며, 종수 변화에 대한 환경요인의 설명력을 파악하기 위하여 직선회귀분석을 수행하였다. 모든 통계분석에는 SAS 프로그램(SAS Institute Inc., 1989)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 자료의 구성

본 연구의 대상지역인 261개 도서의 평균 면적은 7.5ha이며, 면적의 분포범위는 최소 1100m<sup>2</sup>에서 최대 961,200m<sup>2</sup>였다. 육지와외의 최단거리 평균은 14.9km이며, 육지에서 가장 가까운 도서는 150m, 가장 먼 도서는 51.4km 떨어져 있었다(Table 1). 조사된 261개 도서는 17개 관할 시.군에 속하며, 전남 신안군에 속한 도서가 68개로 제일 많았으며, 다음으로는 전남 완도군(41개)과 경남 하동군(20개)의 순으로, 최소는 6개(경기 강화군과 전북 부안군)였다. 섬의 소유형태를 확인할 수 있었던 234개 도서중 63.7%(149개)가 사유지였으며, 국·공유지는 32.9%(77개), 나머지 3.4%(8개)는 사유지와 국·공유지의 복합 형태였다. 도서의 밀집형태는 94.3%(246개)가 2개 이상의 섬이 인접한 형태인 군도에 속했으며, 각 섬이 독립적으로 위치하고 있는 고립된 도서는 5.7%(15개)에 불과했다.

261개 도서중 40.1%(106개)에서는 뚜렷한 교란요인이 기록되지 않았으나, 22.6%(59개)의 도서에서는 염소를 방목하였거나 현재 방목하고 있으며, 일부 섬에서는 토끼도 방목하고, 기타 耕作이나 조림, 산불, 軍 시설, 등대 운영 등의 인위적인 교란요인이 보고되었다. 식물상이나 식생에 대한 교란요인중 염소와 토끼의 방목이 가장 심각한 요인으로 관찰되었는데, 특히 염소의 경우 개체수에 따라 정도의 차이는 있지만 초본층의 식생을 거의 파괴하였으며, 관목층도 크게 훼손하고 있어 매우 심각한 요인으로 나타났다. 그리고 넓고 편평한 섬들은 대부분 경작지로 이용되고 있었는데 경작지와 주변은 자연식생이 크게 파괴되었으며, 칩(Pueraria thunbergiana)이나 최근에 유입되어온 개망초(Erigeron annuus)와 붉은서나물(Erechtites hieracifolia), 애기수영(Rumex acetosella), 머느리밀싯개(Persicaria senticosa) 등 귀화식물들이 군락을 형성하여 크게 우점하는 경향을 보였다.

261개 도서에서 관찰된 전체 관속식물은 30과 1,109종으로 각 도서당 평균 98.7종씩 분포하였으며, 종수의 범위는 도서당 15종~397종이었다(Table 1). 총 출현한 1,109종중 국화과가 114종으로 가장 많았으며, 벼과(90종), 콩과(54종), 장미과(53종) 순

Table 1. Geographical conditions and the number of plant species on uninhabited islands in Korea. Numbers in parenthesis are standard deviation. Total 261 islands divided into two groups of 'Westsea' and 'Southsea' types from the multidimensional scaling analysis. For more details, see Fig. 1

Group	Total	West	South
Number of islands	261	131	130
Average island area (m <sup>2</sup> )	75,000 (119,700)	93,000 (133,600)	57,000 (101,100)
Average distance to the mainland (km)	14.9 (11.93)	20.8 (11.13)	8.9 (9.47)
Total number of species	1,109	842	918
Average number of species per island	98.7 (65.76)	92.5 (56.52)	104.9 (73.61)

으로 나타났다. 이러한 결과는 백과 임(1982)이 한반도 주변 53개의 도서를 대상으로 분석한 결과와 거의 일치하였으며, 각 분류군별 우리나라의 전체 종수(이창복, 1989)에 비해 국화과(193)는 59.5%로서 매우 높은 비율을 보였으며, 비과(231) 39%, 콩과(160) 33.8%, 장미과(264) 20.1%순으로 대체로 높은 비율을 보였다. 그중 국화과와 비과의 구성 식물종들이 높은 비율로 분포하는 것은 이들 분류군 대부분의 종자가 형태적으로 각각 瘦果(achene)와 穎果(caryopsis)로서 冠毛(pappus)에 의해 바람으로 그리고 새들의 먹이로 전파가 쉽게 이루어지거나 또한 서식지의 선호범위가 넓기 때문이다(Sheldon and Burrows 1973, Baker and O'Dowd 1982). 그리고 장미과와 콩과의 구성종들도 과실이나 종자의 형태적 및 해부학적 특징으로 인해 대부분이 새들에 의해 전파가 이루어지기 때문인 것으로 생각된다(Harper et al. 1970, Morden-Mopre and Willson 1982, Yagihashi et al. 1999).

식물 한 종당 평균 분포빈도는 25.7개 도서(표준오차=37.0)였다. 분포역이 넓어 관찰빈도가 높은 종(≥200개 도서)은 목본식물인 해송(*Pinus thunbergii*)과 덩대이덩굴(*Cocculus trilobus*), 인동덩굴(*Lonicera japonica*), 돌가시덩굴(*Rosa wichuraiana*), 칩, 청미래덩굴(*Smilax china*)과 다년생 초본식물인 계요등(*Paederia scandens*) 등으로 조사되었다. 관찰빈도가 100개 도서 이상인 종은 71종(6.4%)이었고, 분포역이 매우 좁거나 희귀하게 출현한 10개 도서 이하인 종은 563종(50.8%), 불과 1개 도서에만 분포한 종도 애기부들(*Thypha angustata*)과 나도히초미(*Polystichum poly-*

*blepharum*) 등 137종(12.4%)으로 나타났다(Fig. 1).

전체 1,109종중 우리나라 토착종은 1,003종으로 90.4%였으며, 귀화종 또는 비토착종은 106종(9.6%)으로 양(2001)이 추정된 우리나라 전체 귀화종(300종류)의 35%를 차지하였다. 귀화식물종의 다양성과 풍부도는 섬의 면적과 일차적으로 상관성이 있지만, 경작이나 조림, 벌채와 같은 인간의 활동이나 교란 정도와 높게 비례하는 경향을 보였다(Chown et al. 1998). 작물이나 조림 또는 식재하는 식물도 71종(6.4%)이 보고되었다. 식물의 생장특성에 따른 구분에서는 목본식물이 28.9%(320종), 초본류 66.1%(733종), 양치류 5.0%(56종)가 분포하는 것으로 조사되었다.

출현 종의 구성에 따른 도서의 구분

한 지역에서 현재의 종구성은 역사적 및 환경적인 변화의 추이를 복합적으로 반영하고 있는 것이다(Philippi et al. 1998). 본 연구에서는 261개 도서에 대하여 1,109종의 출현 여부를 Sørensen 유사도 지수를 구하고, 다차원척도 분석을 실시하여 식물종의 구성에 의한 도서간의 유사성을 분석하였다. 2차원 형상공간에 대한 부적합도는 0.01로 매우 낮아서, 전체 변동을 2차원에서 완벽(perfect)하게 설명할 수 있는 것으로 판단된다(최 1995). 1차원 형상(configuration)은 -1.4와 +1.4로 극단적으로 나타났으며, 2차원 형상은 ±0.04 이내로 설명력이 매우 낮았다(Fig. 2). 주성분분석에서도 제1주성분이 전체 변이를 100% 설명하여 다차원척도 분석의 1차원 형상이 결정적 설명력을 갖는다는 결과와 일치하였다. 따라서 261개 도서가 종 구성에 근거하여 두 개의 뚜렷한 그룹(group)으로 나뉠 수 있는 것으로 추정되었다. 다차원척도 그림에서 1차원 형상의 양수값(+1.4)에 속하는 그룹

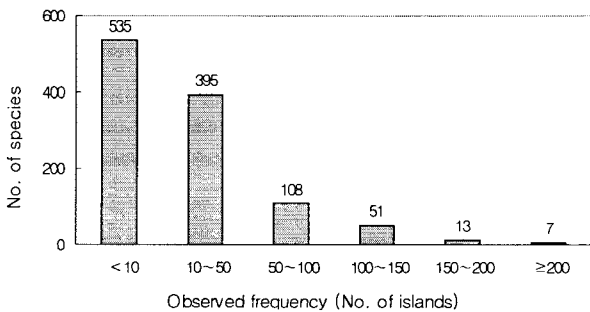


Fig. 1. The number of plant species for the observed frequency as the number of islands found the species. The number on the bar is the data value in each class.

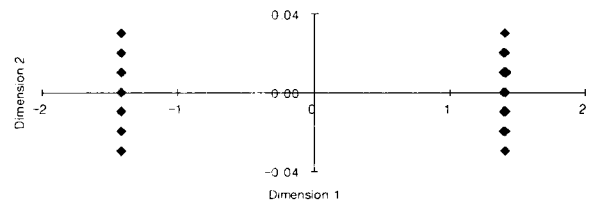


Fig. 2. Scatter of 261 islands from multidimensional scaling analysis for 1,109 plant species. The number of islands is 131 in left group ('Southern') and 130 in right group ('Western').

Table 2. Simple correlation coefficients for geographical conditions and the number of plant species on islands. The island area and the number of species were transformed into logarithmic value. Numbers below and above diagonal space are correlation coefficients and probability of significance, respectively

Variables	Species	Island area	Distance to mainland	Human disturbance	Latitude	Longitude
Species		<0.001	0.923	0.179	0.958	0.860
Island area	0.503		<0.001	<0.001	0.151	<0.001
Distance to mainland	-0.006	0.376		0.718	<0.001	<0.001
Human disturbance	0.083	0.288	0.022		0.055	0.316
Latitude	-0.003	0.091	0.306	0.112		0.958
Longitude	-0.011	-0.260	-0.373	-0.062	-0.369	

(‘서해그룹’)에는 최북단(위도 37.67°)의 경기도 강화군 소송島에서 전라남도 신안군 부속 도서를 포함한 서해안의 131개 도서가, 음수값(-1.4)의 그룹(‘남해그룹’)에는 전라남도 신안군과 인접한 진도군 부속 도서에서 시작하여 경상남도 거제시의 도서까지 남해안의 130개 도서가 각각 분포하였다. 즉, 본 연구의 261개 도서는 전라남도 신안군과 진도군 지역을 경계로 하여 종구성의 차이를 나타내는 2개 지역으로 구분할 수 있었다.

서해그룹에 속한 131개 도서의 평균 면적은 93,000m<sup>2</sup>로 남해그룹에 속한 130개 도서의 평균 면적 57,000m<sup>2</sup>보다 넓었으나, 육지와의 평균 최단거리는 서해그룹(20.8km)이 남해그룹(8.9km)보다 더 멀었다(Table 1). 그리고 두 그룹에서 관찰된 식물종수와 도서당 평균 종수는 남해그룹이 서해그룹보다 많아서(t 검정 유의성= 0.011), 남해그룹의 도서들이 면적은 좁지만 보다 다양한 식물종이 분포하는 것으로 나타나, 연평균기온과 강수량, 한랭지수 같은 인자들에 의한 우리나라 식물의 수평적 분포대를 잘 반영해 주었다(이와 임 1978, 공 1989, 백 2002).

서해그룹을 기준으로 각 종이 출현하는 도서의 수를 두 그룹간의 상대빈도로 표시하여 출현 종수를 분석하였는데, 서해그룹에서만 관찰되는 종의 상대빈도는 ‘0’, 남해그룹에만 관찰되는 종은 ‘1’에 해당하며, ‘0.5’에 가까운 종은 두 그룹에서 비슷한 출현빈도를 나타낸다(Fig. 3). 전체 1,109종의 분포는 두 그룹간의 출현빈도에 확연한 차이를 보이는데, 두 그룹간에 배타적인 출현 종은 425종(38.3%)이고, 나머지 784종(61.7%)은 두 그룹에서 각각 1회 이상 관찰되었다. 서해그룹의 도서에서만 조사된 종은 뉘시제비꽃(*Viola grypoceras*, 31개 도서), 대극(*Euphobia pekinensis*, 26개), 오리방풀(*Isodon excisus*, 23개) 등 총192종으로 종당 평균 관찰수는 4.6개 도서(표준편차= 4.8)이고, 남해그룹에만 출현하는 종은 우목사스레피(*Eurya emarginata*, 47개 도서), 가막사리(*Bidens tripartita*, 43개), 갯방동사니(*Cyperus polystachyos*, 27개) 등 총233종에 종당 평균 관찰수는 4.0개 도서(표준편차= 5.3)였다. 261개 도서중 100개 도서이상에서 관찰된 71종에 대한 그룹간 상대빈도는 평균 0.520으로 두 그룹에 고르게 퍼져있지만, 종당 출현빈도는 서해그룹(66.0개 도서)보다는 남해그룹(71.9개 도서)에서 더 높은 것으로 나타났다(t 검정 유의성= 0.090), 출현빈도가 50개 도서이상인 종은 서해그룹 71개 종(상

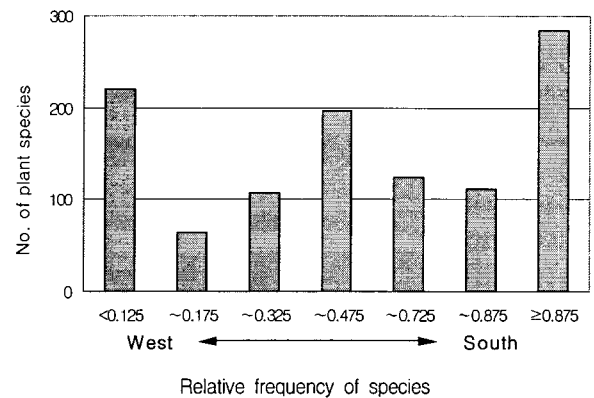


Fig. 3. The number of plant species per class of the relative frequency between Western and Southern sea groups.

대빈도 평균= 0.465)과 남해그룹 89종(상대빈도 평균= 0.612)이었는데, 서해그룹(t검정 유의성= 0.207)보다 남해그룹(t검정 유의성 <0.001)에 속하는 종의 분포가 두 그룹을 구분하는데 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 식물 분포가 위도에 더욱 민감하게 반응하기 때문으로 생각된다(Table 3).

도서의 지리적 환경이 출현 종수에 미치는 영향

261개 도서의 면적이나 지리적 위치, 인간의 간섭 강도에 따른 출현 종수의 변화를 분석하였다. 도서 면적과 종수와 상관계수가 0.503으로 가장 높았으며, 고도의 유의성도 인정되었고 나머지 환경인자와 종수의 상관성은 매우 낮게 나타났다. 특히, 도서 면적은 육지와의 최단거리나 인간의 간섭 강도와 비교적 높은 상관성을 보이고 있어서, 단순상관분석 결과만으로는 이들의 상호관계를 정확히 파악하는데는 한계가 있다(Hatcher, 1994). 출현 종수에 미치는 직접효과를 파악하기 위한 경로분석에서 종수의 증가는 도서 면적 증가에 가장 큰 영향(경로계수= 0.618)을 받았으며, 육지로부터의 거리가 멀어질수록 종수가 줄어드는 경향(경로계수= -0.236)은 상관분석의 결과(상관계수= -0.006)보다 뚜렷하였다(Fig. 4). 상관분석에서 인간의 간섭강도와 종수의 증가는 정의 상관성(상관계수= 0.083)이 있었으나, 경로분석 결과 인간의 간섭이 증가할수록 종의 수는 줄어드는 것(경로계

Table 3. Regression for geographical conditions and the number of plant species on islands. Abbreviations:  $\log(S)$  = logarithmic number of all species,  $\log(A)$  = logarithmic island area (log of ha),  $D$  = distance to closest mainland (km),  $H$  = strength of human disturbance,  $Lo$  = longitude, and  $La$  = latitude

Group	Regression equation	R <sup>2</sup>	Prob*
Total	$\log(S) = 0.219 \log(A) + 4.153$	0.253	<0.001
	$\log(S) = 0.257 \log(A) - 0.011 D + 4.278$	0.297	<0.001
	$\log(S) = 0.269 \log(A) - 0.012 D - 0.041 H + 4.364$	0.305	0.104
West	$\log(S) = 0.231 \log(A) + 4.023$	0.270	<0.001
	$\log(S) = 0.231 \log(A) + 0.073 La + 4.421$	0.282	0.141
South	$\log(S) = 0.246 \log(A) + 4.244$	0.303	<0.001
	$\log(S) = 0.278 \log(A) - 0.020 D + 4.390$	0.392	<0.001
	$\log(S) = 0.298 \log(A) - 0.022 D - 0.063 H + 4.527$	0.408	0.067
	$\log(S) = 0.317 \log(A) - 0.020 D - 0.073 H + 0.294 La - 5.634$	0.422	0.090
	$\log(S) = 0.320 \log(A) - 0.012 D - 0.070 H + 0.929 La - 0.251 Lo + 4.210$	0.440	0.048

\* Probability of significance.

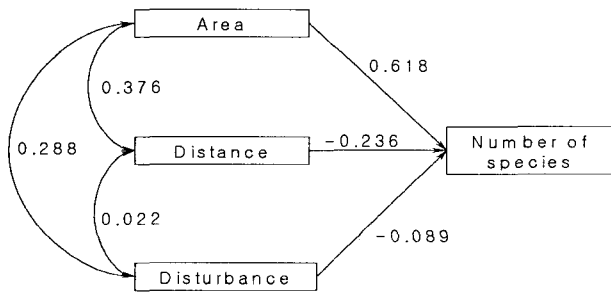


Fig. 4. Relationships between geographical conditions and the number of plant species (log scale) based on data from the data of 261 islands. 'Area' and 'Distance' mean the island area (log scale) and the distance from island to mainland, respectively. Numbers on the line are path correlation coefficients.

수 = -0.089)으로 나타났다.

서해그룹과 남해그룹별로 도서를 분리하여 실시한 상관분석에서도 면적과의 상관계수가 각각 0.519와 0.551로 가장 높게 나타났다. 전체 261개의 도서에 대한 자료에서 상관계수 -0.006 (유의확률= 0.923)으로 상관성과 유의성이 극히 낮았던 종수와 최단거리의 관계가 그룹별 상관계수에서는 서해그룹 0.219(유의확률= 0.012)와 남해그룹 -0.159(유의확률0.071)로 높게 나타났는데, 이러한 결과는 육지와 의 평균 최단거리에서 서해그룹 (20.8km)이 남해그룹(8.9km)의 도서들 보다 2배 이상 멀기 때문인 것으로 생각된다(Table 1). 인간의 간섭과 종수 사이의 상관계수는 두 그룹 모두에서 0.095(유의확률= 0.281)로 동일하였다.

출현 종수에 대한 환경요인의 영향력을 파악하고자 직선 회귀분석을 실시하였다. 261개 도서에서 종수에 대한 면적의 설명력( $R^2$ \*= partial  $R^2$ )은 25.3%였으며, 육지와 의 최단거리가 4.4%, 인간 간섭이 0.7%로 나타났다(Table 3). Table 3에서 보는 바와

같이 종수-면적의 관계식은 백과 임(1982)이 제주도과 독도등을 포함한 한반도 주변의 53개를 대상으로 분석한 결과 도출된  $\log(S)=0.226\log(A)+2.132$ 식과 유사한 결과를 보였다. 그리고 분산분석 결과 이들 세 변수를 이용한 회귀모형은 유의성(1% 유의수준)이 인정되었으며, 전체 종수 변화의 30%를 설명할 수 있었다. 증감법(stepwise selection method)에 의한 변수선택(유의수준= 10%)에서 서해그룹의 131개 도서에서 종수 변화는 면적( $R^2$ \*=27.0%)에 의해서 좌우되었으며, 남해그룹에서는 면적( $R^2$ \*= 30.3%)과 최단거리( $R^2$ \*=8.9%), 인간 간섭( $R^2$ \*=1.6%), 위도( $R^2$ \*= 1.4%)와 경도( $R^2$ \*= 1.8%) 등 6개 인자가 전체의 44%에 해당하는 변이를 설명하고 있다. 따라서 남해그룹은 서해에 비해 육지와 의 거리가 가깝고 단위면적당 출현 종수가 많기 때문에 보다 많은 변수들에 민감하게 영향을 받는 것으로 판단된다.

이상의 결과들은 도서생물지리설의 기본 이론을 응용하여 섬의 지리적 환경과 식물 종수 및 분포와의 상관성을 구명하는 기초연구로서 우리나라 무인도서의 생태계 보존을 위해 중요한 자료로서 활용될 것으로 기대되며, 앞으로 이들 자료를 이용하여 인간간섭의 강도와 가축의 방목에 따른 각 섬에서의 종수와 종구성의 변화, 그리고 귀화식물종들의 확산경로와 범위에 대한 분석과 무인도서의 보존방안 대한 논의가 이루어 질 것이다.

사 사

본 연구를 위해 훌륭한 자료를 제공해 주신 환경부와 전국 무인도서 자연환경 생태계조사에 참여하신 많은 선생님들께 감사드립니다.

인용문헌

孔子錫. 1989. 韓半島 生物地理區의 設定과 種構成. 大韓地理學

- 會誌 40:43-54.
- 金泰旭, 金三植. 1979. 巨濟島 隣近 6個 島嶼에 對한 管束植物의 分布에 關한 研究. 韓國自然保存協會調查報告書 14:35-58.
- 내무부. 1996. 도서통계.
- 白光洙, 任良宰. 1982. 韓半島 周邊島嶼의 管束植物 分布에 關한 研究. 韓國生態學會誌 5(4):143-153.
- 백승언. 2002. 한국식물대의 구계구분에 대한 재검토. 한국생태학회지 25(1):1-6.
- 양영환. 2001. 재래식물이 귀화식물로의 치환현황(置換現況)과 그 대책. 자연보존 113:27-34.
- 李愚喆, 任良宰. 1978. 韓半島 管束植物의 分布에 關한 研究. 植物分類學會誌 8:1-33.
- 李俊浩, 卞斗源. 1987. 백령도, 대청, 소청도의 관속식물분포와 생태. 자연실태종합조사보고서 7:83-136.
- 李昌福. 1989. 大韓植物圖鑑. 鄉文社. 서울.
- 李昌福. 1980. 新安郡 島嶼地域의 植物相. 韓國自然保存協會調查報告書 16:31-65.
- 최용석. 1995. SAS 다차원척도법. 자유아카데미. 서울. 134 p.
- Baker, G. A. and D. J. O'Dowd. 1982. Effects of parent plant density on the production of achene types in the annual *Hypochoeris glabra*. Journal of Ecology 70:201-215.
- Chown, S. L., N. J. M. Gremmen and K. J. Gaston. 1998. Ecological biogeography of Southern ocean islands: Species-area relationships, human impacts, and conservation. The American Naturalist 152:562-575.
- Harper, J. L., P. H. Lovel and K. G. Moore. 1970. The shapes and sizes of seeds. Annual Review of Ecology and Systematics 1:327-356.
- Hatcher, L. 1994. A Step-by-Step Approach to Using the SAS<sup>®</sup> System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling. SAS Institute Inc. USA. 588 p.
- Kadmon, R. and H. R. Pulliam. 1993. Island biogeography: Effect of geographical isolation on species composition. Ecology 74(4):977-981.
- Kohn, D. D. and D. M. Walsh. 1994. Plant species richness - the effect of island size and habitat diversity. Journal of Ecology 82 :367-377.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. 2nd Edition. Addison-Welsey Education Publishers, Inc. Canada. 620 p.
- McArthur R. H. and E. O. Wilson. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.
- Morden-Mopre, A. L. and M. F. Willson. 1982. On the ecological significance of fruit color in *Prunus serotina* and *Rubus occidentalis*: field experiments. Can. J. Bot. 60:1554-1560.
- Philippi, T. E., P. M. Dixon, and B. E. Taylor. 1998. Detecting trends in species composition. Ecological Applications 8(2): 300-308.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4th Edition, Volume 2. SAS Institute Inc. USA. 846 p.
- Sheldon, J. C. and F. M. Burrows. 1973. The dispersal effectiveness of the achene-pappus units of selected Compositae in steady winds with convection. New Phytologist 72:665-675.
- Whittaker, R. J. 1995. Disturbed island ecology. Tree 10:421-425.
- Whittaker, R. J. 1998. Island Biogeography -Ecology, Evolution, and Conservation-. Oxford University Press.
- Yagihashi, T., M. Hayashida, T. Miyamoto. 1999. Effects of bird ingestion on seed germination of two *Prunus* species with different fruit-ripening seasons. Ecological Research 14:71-76.

(2002년 9월 9일 접수 ; 2002년 10월 5일 채택)

---

## Relationships between Geographical Conditions and Distribution Pattern of Plant Species on Uninhabited Islands in Korea

Chung, Jae Min<sup>†</sup> and Kyung Nak Hong

*Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea.*

**ABSTRACT** : Correlations among the island area, distance to mainland, latitude, longitude, human impacts, diversity and composition of vascular plants were investigated by analyzing data on 261 islands (10.3% of total number of islands in Korea) selected from the annual reports for 'the natural environment survey of the uninhabited islands in Korea' published by 'Ministry of Environment' during three years from 1999. The area of surveyed 261 islands ranged 1,100 to 961,000m<sup>2</sup> (average of 75,000m<sup>2</sup>), and the distance to mainland ranged 0.15 to 51.5km (average of 14.9km). Total number of plant species recorded in those islands was 1,109 species throughout 30 families, and mean number of plant species of each island was 98.7 species. Native species were 1,003 species (90.4%), and exotic species were 106 species (9.6%). The families with the largest number of species was the Compositae with 114 species, and followed in the order of Gramineae (90), Leguminosae (54), and Rosaceae (53). The result of multi-dimensional scaling analysis based on the plant species composition showed that 261 islands were distinctly divided into two groups, western sea group (131 islands) and southern sea group (130 islands). The islands of western sea group (average area of 93,000m<sup>2</sup>) had greatly larger area than them of southern sea group (average area of 57,000m<sup>2</sup>), but the average number of species (average species of 192) per island were less than in southern sea group (average species of 233). And, the partitioning into two groups was responsible for the species restricted to southern than to western sea group. Therefore, this results suggest that the distribution pattern and the composition of plant species could be also affected by the latitude of the island. When the species-area model was applied to total island and plant species, these results indicate that the island area was the most significant predictor of plant species diversity, and the distance to mainland and the human impacts were also shown to be significant predictors of plant species richness. But when applied to both groups of islands by the stepwise selection method, the result showed that islands of southern sea group were greatly affected by the factors such as human impacts, distance to mainland and longitude than western sea group.

For the purpose of conservation of natural ecosystem on the uninhabited islands in Korea, we will also examine how the human impacts and the invasion of exotic plant species will disturb the native species diversity.

**Key words** : Exotic plant, Geographical condition, Island Biogeography, Multi-dimensional scaling analysis, Uninhabited island, Vascular plant species

---

Appendix 1. A list of annual reports for 'the natural environment survey of the uninhabited islands in Korea' published by 'Ministry of Environment' used for this study

No.	Annual Reports	No. of Island used
1	전국 무인도서 자연환경조사 - 인천광역시 강화군, 옹진군 -. 환경부. 1999.	17
2	" - 전라남도 진도군, 고흥군 -. 환경부. 1999.	15
3	" - 경상남도 남해군, 통영시 -. 환경부. 1999.	17
4	" - 충청남도 보령시 -. 환경부. 2000.	14
5	" - 전라남도 해남군 -. 환경부. 2000.	14
6	" - 전라남도 완도군 I -. 환경부. 2000.	15
7	" - 전라남도 완도군 II -. 환경부. 2000.	26
8	" - 경상남도 하동군 -. 환경부. 2000.	20
9	" - 충청남도 서산군, 태안군 -. 환경부. 2001.	14
10	" - 전라북도 군산시, 부안군 -. 환경부. 2001.	17
11	" - 전라남도 신안군 I -. 환경부. 2001.	32
12	" - 전라남도 신안군 II -. 환경부. 2001.	36
13	" - 경상남도 사천시, 거제시 -. 환경부. 2001.	24
Total		261