

京都大学	博士（文学）	氏名	KIM HYUN HEE
論文題目	韓国の島の植物地理学研究－島に自生する植物の分布と多様性－		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>韓国で、島々は国土の一部であるにもかかわらず、相対的に関心を引きにくい疎外された空間だった。今も島嶼地域は、持続的な人口減少で地域空洞化が急速に進行中だ。特に、観光地として有名な一部の島を除いた小さな島々は、管理が行き届くにくく放置されているのが現実である。韓国の島々の多くが社会経済的には衰退しているが、自然地理学の観点から島は注目される空間だ。島には、陸地では見られない多くの植物が自生しており、全世界で唯一特定の島のみ自生する固有植物(endemic plants)も多い。種多様性確保が国家間競争になり、またどれほど多様な生物種を確保しているかが国家発展程度の尺度になる今日、島嶼地域は生物多様性の側面で非常に重要なホットスポットである。本研究では、韓国の島嶼地域に自生する植物の分布とその多様性に注目した。</p> <p>1. 島嶼地域の気候</p> <p>気温と降水量などの気候要素は、植物分布に最も重要な環境変数だ。しかし、島嶼地域の気候は陸地と比べて海の影響が大きいと予想されているものの、客観的な情報は多くない。本研究では、韓国の島50ヶ所に対する過去20年間観測された気候データを基に、島の気候特性を陸地と比較して分析した。</p> <p>1) 国土最南端の馬羅(マラ、Mara)島(北緯33°)から最北端の白翎(ペクリョン、Backryeong)島(北緯38°)まで、緯度が1度高くなる間、島の平均気温は規則的に1℃低くなった。しかし、北緯37°に位置する鬱陵(ウルルン、Ulleung)島は例外である。鬱陵島の平均気温は、北緯34°～35°の島嶼地域と類似している。これは鬱陵島周辺の海(東海、日本海)の水深が深く、水温の変化が小さく、年中暖流が流れるためだ。</p> <p>2) 韓国の島々は、陸地と比べて年平均気温と最低気温は高く、最高気温は低い。特に、冬の気温が陸地と比べて相対的に暖かいが、これは冬季の朝鮮半島が冷たく乾燥した北西風の影響を受けるためだ。陸地の気温が急速に低くなる間、海は相対的に高い気温を維持する。さらに、緯度が高く、陸地から近いほど年較差が大きくなることを定量的なデータを通じて確認した。</p> <p>3) 気候観測データの中で、最も注目されるのは、年間降水量の分布である。北緯35°を基準に、南側の島々は年間降水量が1,200mm以上で、韓国全国平均(1,345mm)と類似しており降水量が多い。しかし、北緯35°より北側の島の多くが1,000mm以下であり、特に忠清南(チュンチョンナム、Chungcheongnam)道の一部の島は年間降水量が700mmにも達しなかった。このような極端な島嶼地域の降水量の差が、島嶼地域の植物分布に</p>			

非常に重要な変数として作用したと判断される。降水量が多い南海の島嶼地域は、植物種多様性が高く、降水量が少なく、緯度が高い西海の島嶼地域はその反対の結果が導き出されたという点も注目される。

## 2. 島嶼地域の植物分布と多様性

韓国の島は約3,700ヶ所で、北緯33° から38° の間にかけて南北方向に分布する。南側の暖帯気候から北側の冷帯気候まで多様な気候帯に属し、島の植物多様性が高く、希少植物と固有植物が多数自生している。韓国周辺125ヶ所の島を対象に、木本類の分布現況を分析した結果、計68科167属415種が自生している。主に暖かい地域を好む南方系植物が多く、ホウザンツヅラフジ(*Cocculus orbiculatus*)、クズ(*Pueraria lobata*)のようなつる植物も多く分布する。

125ヶ所の島に対する植物の平均相対出現頻度は0.17であり、希少植物0.07、固有植物0.08で分布域が非常に制限されていることが分かる。このような研究結果は、島嶼地域の樹木が普遍的分布よりは、地域的特殊性をより多く反映すると解釈される。これは島の物理的環境特性が反映された結果だ。特に、島を取り囲んでいる海は、植物の生殖(reproduction)のための花粉散布を制約する一種の自然障壁になる。また、狭い島の面積と植生面積は、花粉が他の木に付着して受精できる確率が高くないことを意味する。このため、島々間の植物の分布拡散は、非常に制限されている。

島嶼地域の木本植物中、希少(保護)植物は全体543種の7.4%である40種であり、固有植物は全体360種の7.8%である28種と調査された。これら希少植物のうち、7種(イチイガシ(*Quercus gilva*)、オガタマノキ(*Magnolia compressa*)、センリョウ(*Sarcandra glabra*)、シャリントウ(*Cotoneaster wilsonii*)、ハマボウ(*Hibiscus hamabo*)、エゾウコギ(*Eleutherococcus senticosus*)、カラスガマズミ(*Viburnum burejaeticum*))は絶滅危惧野生植物Ⅱ級に指定され保護されているが、その分布が狭小であるため持続的な調査と観察が必要である。全世界で、韓国のみ分布する固有植物も同様だ。特に、鬱陵島に自生するシャリントウ(*Cotoneaster wilsonii*)、タケシマザクラ(*Prunus takesimensis*)、ジャコウソウ(*Thymus quinquecostatus* var. *magnus*)などは鬱陵島が唯一の自生地であるため特別な関心と管理が要求される。

島々間の植物類似度 (Bray-curtis similarity index) を算出して分布特性を分析した。その結果、島嶼地域別植物は緯度別分布の差が明確に確認された。注目すべき点は、北緯34° から35° の間の島嶼群で、これらは別途の植物グループに分類された。これは該当地域に韓国全体の島の75%が集まっており、暖かい気候帯に属して北側の島より暖帯林の種類が多いためである。特に、島嶼及び海岸地域を代表する158種の樹木のうち、47.5%に当たる75種は北緯35° 線を北側の境界線とする。このような結果を総合した場合、韓国島嶼地域の木本類の分布は、緯度という数理的な位置と特定地域に島が集まっている地理的特性によって決定されるものと判断される。北緯34° ~35

° の間の島嶼群は種多様度指数を通じてもその地理的特徴を確認することができる。125ヶ所の島のうち、種多様度指数の高い島(上位20%)の大半が朝鮮半島の南海に集中分布する。

1967年に発表されたMacArthur and Wilsonの「島嶼生物地理学の理論(the theory of island biogeography)」を韓国の島と植物に適用できるだろうか。島嶼地域の本種類を対象に分析した本研究で、韓国の島々は伝統的な島嶼生物地理学説を支持していないと分析された。これは韓国の島々が同じ自然史と地質史を持つところで、環境的な違いが大きくないためだ。そして、季節風の影響を受けるところでハワイの貿易風のような支配的な風や気候に影響を与える標高の高い極端な地形がないため、乾燥した地域のような特異な植物景観が現れる島はない。すなわち、島の大きさと距離の効果が現れるには、その空間が狭いためと評価される。ただ、MacArthur and Wilsonが考慮しなかった島の海拔高度と種多様性の関係は、ある程度相関性があると判断される。標高は、島の面積が広がる効果と同時に、高度による気温差と多様な山岳地形で植物が自生できるより多様な環境条件を提供するためだ。

植物相データ、種多様度指数、類似度、島生物地理学特性などの研究結果を総合してみると、北緯35°線は植物地理学的に非常に重要であり、有意であると考えられる。前述したように、数多くの樹木が北緯35°より北の島ではその分布記録がない。緯度が高くなり気温が低くなる効果もあるが、北緯35°を過ぎれば北緯37°までは大きな島が多くない。また年間降水量が格段に減少する。このような地理的環境が、植物分布に直接的な影響を与えたものと見られる。

### 3. 島が直面した環境問題

島の最大の地理的特徴は隔離だ。このような地理的隔離は外部からの新しい種の流入を難しくする。そのため、島は島内で同所的種分化(sympatric speciation)が活発で、他の地域では見られない固有種の割合も高い。そして現在、島の原植生は劣悪な環境に適応した植物種である。これは逆に、外部からある種が流入した時、生態系攪乱の危険性が陸地よりはるかに大きいということを意味する。もし特定の島で競争に優れた外来種が流入した場合、島の生態系は非常に速い速度で攪乱され、既存の生態系はそのバランスを失い、究極的に種多様性は減少することになるだろう。このような点で、島嶼地域の帰化植物と外来植物に対する研究は非常に重要だ。本研究では、朝鮮半島島嶼地域に約184種の帰化植物が分布することが調査された。これは韓国全体帰化植物321種の57.3%に当たる。また、法で管理されている生態系攪乱植物も、16種のうち10種が島嶼地域に分布していることが調査された。生態系攪乱外来植物は、繁殖力が強く自生地を急速に蚕食し、強い他感作用(allelopathy)で自生種との種間競争(interspecific competition)や空間競争(spatial competition)で遥かにリードしている。これらの種は、すでに自生していた植物を淘汰させ、またこれらの種は地域を

優占して既存の生態系を荒廃化させる。

自生植物対比における帰化植物の割合は、無人島と比較し有人島で統計的に有意に高い。これは外部との交流が多い有人島の特性上、当然の結果である。本研究で、その数値を提示したことに意味がある。しかし帰化植物と島の大きさ、陸地からの距離、そして人口数との関係は統計的に説明できなかった。これには島に流入する帰化植物がどのような物理的環境や人為的干渉のもとでも、あらゆる偶然性の影響を受けることが考えられる。結局、島に定着する帰化植物は外的要因(外部からの流入)と内的要因(島内での競争)、説明可能な要因(有人島と無人島の比較)とそうでない要因(島嶼生物地理学的関係)が存在するものと判断される。

島の生態系は現在の環境に適応した結果だ。しかし、逆説的にも島の生態系は小さな環境変化にも敏感に反応する。現在のように、持続的に気温が上昇すれば、島の生態系は急速に崩壊するだろう。特に、島に自生する北方系植物の場合、島内で絶滅する可能性が非常に高い。韓国の最南端に位置する漢拏(ハルラ、Halla)山(1,950m)の場合、海拔高度1,500m以上には韓国固有植物であるチョウセンシラベ(*Abies koreana*)をはじめ、イワウメ(*Diapensia lapponica* var. *obovate*)、ガンコウラン(*Empetrum nigrum* subsp. *asiaticum*)などの高山植物が自生している。特に、これらの種は過去の氷河期以降現在まで残っている残存植物(relict plant species)で、植物地理学的価値が注目される種だ。今のように温暖化が持続すれば、これら高山植物の分布限界線は次第にその高度が高くなり、結局漢拏山の頂上部を最後に消えるだろう。したがって島嶼地域、特に南側の暖かい島嶼地域に分布する北方系植物に対して、より早く多くの注意を払う必要がある。もう一つ特徴的なことは、有人島に分布する気候変動指標種が無人島より多いが、これは有人島の面積が大きく相対的に多様な種が自生するためだ。しかし、植物全体の中で気候変動指標種が占める割合は、無人島が相対的に高い。このような結果を見ると、無人島の管理が有人島に劣らず必要であることが確認できる。

さらに、島の気候変動指標種も自生植物と同様に地理的分布の違いがあることを確認した。したがって、緯度上の北側地域に分布が制限される種は、気候変化にともなう温暖化にさらに脆弱であると判断される。島嶼地域に自生する多くの種が暖かいところを好む種であるため、温暖化にともなう問題が少ないと考えることもできる。しかし、温暖化は根本的に気候システム自体に変化をもたらすため、決して暖帯林の分布には肯定的ではない。極端な気象現象の前に島嶼地域に分布するすべての種は生存危機に直面することになるのだ。したがって、現在の植物地理学的情報を理解し、関連データをデータベース化することは、今後の様々な環境問題に対応できる先行データとして重要である。

島は独立した空間で、その地理的位置が多様だ。気候変動指標種のように、島はそ

の一つ一つが、多様な環境情報の過程と結果を含んでいる。したがって、島の生態系を長期間観測することで、私たちは多様な環境情報を得ることができる。島自体が一種の環境変化に関する指標空間(indicator space)になりうるのだ。これは、島が持つもう一つの生態空間的価値だ。

RussellとKueffer(2019)は、島を生物多様性と社会生態学的景観の縮図と評価した。これは、島の景観が自然と文化歴史空間を互いに分離せずに、互いに相互作用しながら蓄積されてきたことを意味する。島の自然のために人間の文化が決定されたり、人間の干渉により、島の自然景観が変わる数多くの例がその証拠となる。結局、島は今後も自然と人間の相互作用の中で、その持続可能性を継続しなければならないだろう。このような観点から、植物地理学を含む島の地理学は、その学問的役割が非常に重要だと言える。我々は、島が持っている固有の自然と人文資産を活用して、人口流出の島から人口流入の島にしなければならない。それが島の持続可能な発展であろう。

(論文審査の結果の要旨)

島嶼地域は大陸から隔絶されており、そのため、島特有の気候や植生が成立することが少なくなく、固有種も多い。島嶼地域は生物多様性の面でも重要な位置を占めている。したがって、島嶼地域の気候や植生を明らかにすることは意義があり、本論文はまだ十分明らかになっていない、韓国の島嶼地域の気候や植生についてデータベースを用いて検討するものである。

本論文の研究としての意義は以下の五点に要約することができる。

第一の意義は、韓国の島50ヶ所に対する過去20年間に観測された気候データを基に、島嶼地域の気候特性を大陸部と比較して分析し、明らかにしたことである。北緯35°以南の島々は年間降水量が1,200mm以上で、韓国全国平均(1,345mm)と類似しているが、北緯35°以北の島の多くが1,000mm以下であり、特に忠清南(チュンチョンナム)道の一部の島は年間降水量が700mmにも達せず、この島嶼地域の降水量の差が、島嶼地域の植物分布に非常に大きく関わっていることを明らかにした。すなわち、降水量が多い低緯度の島嶼地域は植物種多様性が高く、降水量が少ない低緯度の島嶼地域は相対的に多様性が低いことを示した。

第二の意義は、韓国の島嶼地域では植物の多様性が高く、希少植物と固有植物が多数分布し、それらの植物の分布域が非常に制限されているため、島嶼地域の樹木が地域的特殊性をより多く反映して分布していることを明らかにしたことである。

島を取り囲んでいる海洋は、植物の生殖のための花粉散布を制約する一種の自然障壁になり、また、島と植生の狭い面積は、花粉が他の樹木に付着して受精できる確率を低くし、島々間の植物の分布拡散は、非常に制限されていることを明らかにした。

島嶼地域の木本植物中、希少(保護)植物は全体543種の7.4%にあたる40種であり、固有植物は全体360種の7.8%にあたる28種と確認した。これら希少植物のうち、7種のイチガシ、オガタマノキ、センリョウ、シャリントウ、ハマボウ、エゾウコギ、カラスガマズミは絶滅危惧野生植物Ⅱ級に指定され保護されているが、その分布が狭小であるため持続的な調査と観察が必要であることを示した。鬱陵(ウルルン、Ulleung)島に自生するシャリントウ、タケシマザクラ、ジャコウソウなどは、鬱陵島が唯一の自生地であるため特別な関心と管理が要求されることを指摘した。

第三の意義は、島々間の植物類似度を算出して分布特性を分析し、韓国島嶼地域の木本類の分布は、緯度という数理的な位置と特定地域に島が集まっている地理的特性によって大きく影響を受けていることを明らかにしたことである。北緯34°から35°の間の島嶼群には韓国全体の島の75%が集まっており、温暖な気候帯に属しているため、暖帯林の樹木の種類が多い。特に、島嶼及び海岸地域を代表する158種の樹木のうち、48%にあたる75種は北緯35°線を北限としていた。北緯34°～35°の間の島嶼群は種多様度指数を通じてもその地理的特徴を確認することができた。

第四の意義は、島は競争に優れた外来種が流入した場合、島の生態系は非常に速い速度で攪乱され、種多様性は急速に減少することが予想されるため、韓国の島嶼地域

の帰化植物と外来植物の分布を詳細に検討したことである。本研究は、韓国全体の帰化植物321種の57%にあたる184種の帰化植物が島嶼地域に分布することを確認した。また、法で管理されている生態系攪乱植物も、16種のうち10種が島嶼地域に分布していることを示した。本論文は、島における帰化植物の定着には外的要因(外部からの流入)と内的要因(島内での競争)、説明可能な要因(有人島と無人島の比較)とそうでない要因が存在することを明らかにした。

第五の意義は、島の生態系は小さな環境変化にも敏感に反応し、現在のように持続的に気温が上昇すれば、島の生態系は急速に崩壊し、特に島に自生する北方系植物が島内で絶滅する可能性が非常に高いことを示唆したことである。韓国の最南端に位置する漢拏(ハルラ、Halla)山(1,950m)の場合、海拔高度1,500m以上には韓国の固有植物であるチョウセンシラベをはじめ、イワウメ、ガンコウランなどの高山植物が自生している。特に、これらの種は最終氷期以降現在まで残っている遺存種で、植物地理学的価値が注目される種である。今後温暖化が持続すれば、これらの高山植物の分布限界線の高度は次第に上昇し、ついには漢拏山の頂上部を最後に消滅することを本論文は予測している。したがって島嶼地域、特に南側の温暖な島嶼地域に分布する北方系植物に対して、より迅速でかつ多くの注意を払う必要性を示した。

また、有人島に分布する気候変動指標種が無人島より多い理由は、有人島の面積が大きく相対的に多様な種が自生するためだとしている。しかし、植物全体の中で気候変動指標種が占める割合は、無人島が相対的に高いことから、無人島の管理が有人島に劣らず必要であることを提示している。

以上のように本論文は、これまで十分解明されてこなかった、韓国の島嶼地域の気候や植生の特性や種の多様性、温暖化の影響などを明らかにし、自然地理学のみならず地域研究に大きな貢献をしている。また、すでに関連論文が学術雑誌に多数発表されているが、本論文はその単なる集大成の域を超え、より体系的な検討がなされているものとして、高く評価できる。

このような大きな意義を有する本論文であるが、改善の望まれる点がないわけではない。島嶼地域の気候や植生の分析は詳細に行われているが、大陸部との比較が十分に行われていない。その比較によって、より島嶼地域の特徴が明確化されるであろう。しかし、この点については、論者が今後の研究の中で克服しうるものであり、本論文全体の優れた内容を大きく損ねるものではない。

以上、審査したところにより、本論文は博士(文学)の学位論文として価値あるものと認められる。2023年1月30日、調査委員3名が論文内容とそれに関連した事柄について口頭試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当分の間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。