

博士（農学） 文 炫 植

学位論文題名

Processes of Nutrient Availability in Different  
Soil-Plant Ecosystems Established on  
Volcano Mt. Showa-Shinzan

(昭和新山に成立した異なる土壤－植物生態系における養分可給化過程)

学位論文内容の要旨

森林生態系が関与している物質循環系は、そのレベルから、グローバルな地球化学的過程、植生と土壤間の生物地球化学的過程、植物体内の生物化学的過程の三つのレベルに区分できる。森林生態系における養分循環の研究には、植生と土壤間の生物地球化学的過程が最も直接的で重要である。本研究は火山噴火後に成立した植生構造が異なる林分で、土壤－植物生態系の養分可給化の特徴を明らかにし、植生と土壤との間での養分循環過程を検討することを研究目的とした。方法としては、土壤の理化学性、土壤微生物による土壤呼吸量、優占樹種の各器官と Ao 層およびリターフォールの養分分布、土壤中の窒素動態等を 1994 年 8 月から 1996 年 7 月までの 2 年間調査を行い、それらの季節変化を含めて検討した。

第 1 章 序論

森林生態系での物質循環や、国内外における火山噴火後の植生回復についての研究を総説し、本研究の目的について述べた。

第 2 章 調査地及び調査林分の概要

調査対象は 1944 – 45 年の噴火により生成された北海道南西部の昭和新山（標高 407 m）である。調査は現在の昭和新山の植生を代表する裸地（標高 307m）、草本群落（同 295m）、ヤマナラシ林（同 270m）、ミヤマハンノキ林（同 293m）、ドロノキ林（同 185m）、ニセアカシア林（同 125m）の六つの調査地で行った。

第 3 章 各調査地における土壤の理化学性

各調査地における土壤水分、pH、土壤有機物量、Total C、N、可給態リン、交換性陽イオン ( $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{K}^+, \text{Na}^+$ ) を測定した。土壤水分と有機物量は植生高が高くなるにしたがって増加する傾向が認められた。各調査地での土壤有機物量は 6 月～7 月に高くなり、明瞭な季節変化を示した。pH はミヤマハンノキ林とニセアカシア林で他調査地よりも低い値を示した。Total N はミヤマハンノキ林で低い値を示した。C/N 比は裸地で 8.8、植物群落で 10.2～12.7 となり、ドロノキ林でやや大きい値をしました。各調査地の C/N 比は土壤中の有機物の集積が少ないことをうかがわせた。可給態リンと交換性陽イオンは植生との対応は明らかではなかった。

第 4 章 土壤呼吸量

各調査地の土壤呼吸量は地温の增加とともに高くなり、明瞭な季節変化を示した。土

土壤呼吸量と地温は高い相関関係を示し、この関係式から年間の土壤呼吸量は、ドロノキ林が  $3.74\text{kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr}^1$  となり最も高く、次いでヤマナラシ林、ニセアカシア林、草本群落、ミヤマハンノキ林、裸地の順となった。裸地はドロノキ林の 25% と推定された。このように、火山噴火後の植生回復の初期段階では、群落の種組成やサイズによって土壤呼吸量が異なることがわかった。

## 第5章 優占樹種の各器官と林床およびリターフォールの養分分布

優占樹種であるニセアカシア、ドロノキ、ミヤマハンノキ、ヤマナラシについて葉、枝、根の各器官と各調査地の Ao 層は 8 月に、リターフォールについては年間を通して窒素、リン酸、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  等の養分分布や含有率を測定した。分析した全ての養分量は、枝や根よりも葉に多く分布していた。葉の窒素含有率は、窒素固定植物であるニセアカシアとミヤマハンノキが高かった。各調査地の Ao 層における窒素量は、ミヤマハンノキ林が最も多く、ドロノキ林、ニセアカシア林、ヤマナラシ林、草本群落の順であった。リターフォール量はミヤマハンノキ林とニセアカシア林で多かった。リターフォールによる林床への窒素還元量もミヤマハンノキ林で最も多く、ニセアカシア林、ドロノキ林、ヤマナラシ林の順であった。このように、窒素固定植物であるミヤマハンノキ林とニセアカシア林は、ヤマナラシ林とドロノキ林に比べ植生からの窒素還元量が多いことがわかった。

## 第6章 土壤中の窒素動態

各調査地での土壤中の窒素動態を把握するために、アンモニア態窒素 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ) と硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ) を測定した。さらに、窒素無機化 ( $\text{NH}_4^+ \text{ mineralization}$ ) と硝化作用 (Nitrification) は室内で土壤を培養することによって分析した。その結果、土壤中の窒素動態は各調査地で違うパターンを示した。アンモニア態窒素量は裸地を除けば、各調査地間に大きな差は見られなかつたが、成育期間中に高い値を示す季節変化を示した。硝酸態窒素量は裸地、草本群落、ヤマナラシ林、ドロノキ林では大きな差は見られなかつたが、ミヤマハンノキ林とニセアカシア林では年間を通して高い値を示し、これは窒素固定植物群落の特徴と考えられた。窒素無機化も全ての調査地で 5 月～7 月に高い値を示した。硝化作用はヤマナラシ林で最も高い値を示したが、硝酸態窒素量は低い値を保っていた。草本群落とドロノキ林では硝化作用がほとんど見られなかつたが、窒素固定植物群落であるミヤマハンノキ林とニセアカシア林では他調査地に比べ高い硝化作用が見られた。

## 第7章 総合考察

土壤中の窒素動態は、土壤微生物の分解能の指標である土壤呼吸量とは明瞭な関係は見られなかつた。ミヤマハンノキ林とニセアカシア林のリターフォールによる窒素還元量は他調査地と比べ多かつたが、土壤中の全窒素量は低い傾向を示し、窒素固定植物群落では有機物の分解が早いことを窺わせた。窒素固定植物群落では必要窒素量のほとんどが、窒素固定菌による空中窒素の固定によってまかなわれているとの研究もあり、養分循環においては独特的な群落形成が行われていると考えられた。

## 第8章 結論

本研究により、昭和新山に成立した種々の土壤一植物生態系の土壤の理化学性、土壤呼吸量、養分分布、土壤窒素量の季節変化や温度等の環境要因との関係が明らかにされた。また、土壤中の窒素循環について考察した結果、窒素固定植物群落に特徴的な窒素動態一循環系があることが明らかにされた。火山噴火後の植生回復には、植生構造と土壤が対応しており、特に土壤中の窒素循環が重要な意味をもつことが示された。

# 学位論文審査の要旨

主　查　教　授　高　橋　邦　秀  
副　查　教　授　波多野　隆　介  
副　查　教　授　松　田　彌  
副　查　助教授　矢　島　崇

## 学位論文題名

### Processes of Nutrient Availability in Different Soil-Plant Ecosystems Established on Volcano Mt. Showa-Shinzan

(昭和新山に成立した異なる土壤－植物生態系における養分可給化過程)

本論文は図 27、表 40 を含む 8 章、149 頁 の英文論文で、参考論文 6 編が添えられている。

本研究は火山噴火後の新しい土壤に成立した植生構造が異なる林分で、土壤－植物生態系の養分可給化の特徴を明らかにし、植生と土壤との間での養分循環過程を検討することを研究目的としている。調査地は北海道南西部の昭和新山に、噴火後の代表的な植生タイプとして、裸地、草本群落、ヤマナラシ林、ミヤマハンノキ林、ドロノキ林、ニセアカシア林を選び、調査及び試料採取を行っている。得られた成果は、以下のように要約される。

#### 1. 土壤の理化学性

土壤水分と土壤有機物量は植生高が高くなるに従って増加する傾向がみられ、有機物量は各調査地とも 6～7 月に増加する季節変化を示した。pH は、窒素固定植物であるミヤマハンノキとニセアカシアの林分で他の 2 林分よりやや低い値となった。植物群落地での C/N 比は裸地に近く、土壤中の有機物集積量が少ないことを示している。可給態リン、交換性陽イオンと植生の関係には一定の傾向はみられていない。

#### 2. 土壤呼吸量

各調査地とも、呼吸量と地温の高い相関がみられ、明確な季節変化を示した。年間の土壤呼吸量は、ドロノキ林が最も大きく、ヤマナラシ林、ニセアカシア林、草本群落、ミヤマハンノキ林、裸地の順となった。裸地はドロノキ林の 25% で最も小さくなってしまい、群落の種組成やサイズによる違いが反映されていると推察される。

### 3. 植生、リターフォールの養分分布

窒素、リン酸、カルシウム、マグネシウム、カリ、ナトリウム等の養分量は全て枝や根より葉に多く分布し、葉の窒素含有率は窒素固定植物であるニセアカシアとミヤマハンノキで高かった。リターフォール量はミヤマハンノキ林とニセアカシア林で多く、林床への窒素還元量もミヤマハンノキ林で最も多く、ニセアカシア林、ドロノキ林、ヤマナラシ林の順に少なくなった。しかし、ミヤマハンノキ林、ニセアカシア林の土壤中の全窒素量は他調査地より少ない傾向を示し、有機物分解が早いことを窺わせた。

### 4. 土壤中の窒素動態

アンモニア態窒素と硝酸態窒素の測定、窒素無機化と硝化作用の分析から土壤中の窒素動態を検討した。アンモニア態窒素は各調査地間で大きな差は見られなかつたが、硝酸態窒素はミヤマハンノキ林とニセアカシア林で他植生の3倍以上の高い値となり、特異な窒素動態を示した。アンモニア態窒素、窒素無機化、硝化作用はいずれも明確な季節変化を示し、成育期間中に高い値を示すが、窒素無機化と硝化作用は8月に急激に低下した。硝化作用はヤマナラシ林で最も活発であったが、硝酸態窒素量は裸地と同様であった。このように植生による土壤中の窒素動態の特徴は硝酸態窒素の変動にみられた。

以上のように、本研究では火山噴火後に成立した異なる植物群落の土壤－植物生態系における土壤の理化学性、土壤呼吸量、養分分布、土壤中の窒素動態を時系列データで明らかにし、とくに窒素固定植物群落に特徴的な窒素動態がみられることを明らかにしたものとして学術的に高く評価できる。

よって審査員一同は、文 炫植が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。