HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高濃度オゾン環境下におけるシラカンバの虫害と植物由来揮発性有機化合物の関係性に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	増井, 昇
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7188号
Issue Date	2023-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91195
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Masui_Noboru_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博　士（農学）　　氏名　増　井　昇

審査担当者：

主　査	教　授	松　浦　英　幸	
副　査	教　授	橋　本　　誠	
副　査	教　授	平　野　高　司	
副　査	准教授	荒　川　圭　太	
副　査	名誉教授	小　池　孝　良	
副　査	教　授	谷　　晃	（静岡県立大学）

学 位 論 文 題 名

高濃度オゾン環境下におけるシラカンバの虫害と植物由来揮発性有機化合物の関係性に関する研究

本論文は 6 章からなり、図 19、表 13、引用文献 148 を含む頁数 79 の和文論文であり、別に参考論文 3 編、参考論文（その他） 3 編が添えられている。

対流圏オゾン（O_3）は、植物に対して負の影響を引き起こす大気中の環境ストレスである。北大札幌研究林実験苗畑で、開放系 O_3 曝露施設を利用して「野外の高濃度 O_3 曝露環境が植物の生理機能や当該植物の、植食性昆虫による食害度に与える影響」が調査された。この調査により、道内に広く生育するシラカンバ（*Betula platyphylla* var. *japonica*）では、高濃度の O_3 によって葉内の化学防御物質量の低下が認められ、ハンノキハムシ（*Agelastica coerulea*）による摂食嗜好性が高くなること、当該葉を摂食した場合に成長率が向上することが認められた（室内試験）。しかし、上記施設の野外環境下では、実験室内の結果とは対照的に O_3 曝露区のシラカンバへの食害度が低下していた。したがって、「ハンノキハムシは野外では何らかの要因によって、本来好む O_3 曝露されたシラカンバへの食害行動が改変されている」ことが新たな問いとして挙げられた。学位申請者の増井は、この問いを明らかにすべく植物由来の揮発性香気シグナルと O_3 曝露影響に着目し、次の 1）～ 4)の事項から、上記問いを解き明かすことを試みた。

2)　植物由来揮発性有機化合物（BVOCs）の放出に対する O_3 曝露影響

樹木を含め植物は、葉から揮発性有機化合物（BVOCs；Biogenic Volatile Organic Compounds）を大気中に放出しており、特にモノテルペン（MT；$C_{10}H_{16}$）は昆虫に対する長距離の香気シグナルとしての機能が認められている。開放系 O_3 曝露試験における対照区（O_3 濃度：約 30ppb）及び O_3 曝露区（O_3 濃度：60-70ppb）に生育するシラカンバ個体の BVOCs 基礎放出速度（標準化温度 30℃における BVOCs の放出速度）を比較したところ、MT を含むいずれの放出成分に関しても基礎放出速度や放出組成に処理区間差は認められなかった。したがって、学位申請者の結論では、BVOCs の放出自体が O_3 曝露によってハンノキハムシの行動を改変している可能性は除外された。

2)　葉内長鎖脂肪酸（LCFAs）に対する O_3 曝露影響

長鎖脂肪酸（LCFAs；Long-Chain Fatty Acids）は、近接距離の香気シグナルとしてハンノキハ

ムシの行動選択に影響し得る要因であることから、シラカンバの葉に含まれる LCFAs の季節的変化、及び O_3 曝露影響を調査した。本項目において、LCFAs の O_3 曝露による影響は、シラカンバの異型葉性（春葉、夏葉）によって異なることを明らかとできたが、春葉と夏葉で一貫性のある傾向は認められなかった。よって、本項に基づく学位申請者の結論では、LCFAs はハンノキハムシの行動変化における主要因ではないと結論付けた。

3） BVOCs の大気中減衰反応と昆虫に対する誘引性

O_3 が BVOCs の香気シグナルとしての機能を改変する他の可能性として、放出後の大気中 O_3 反応による BVOCs の減衰が挙げられる。本研究では、香気シグナルに対する Y 字管選好性試験を行った。O_3 単体（≦120ppb）がハンノキハムシの行動を制限する要因ではなく、シラカンバの BVOCs はハンノキハムシを誘引することが認められた。さらに、シラカンバの BVOCs は特に 80ppb（野外 O_3 曝露区の設定濃度）の O_3 濃度条件下でハンノキハムシに対する誘引性が低下することを明らかにした。シラカンバの BVOCs 放出成分の解析から、O_3 に対する BVOCs 各成分の反応速度に基づき、ハンノキハムシを誘引し、かつ高濃度 O_3 環境下において減衰する可能性の高い放出成分の候補（β-ocimene 、β-linalool）を、学位申請者は選抜した。

4） 樹種間の BVOCs 放出組成比較による誘引組成探索

食害対象樹種（シラカンバ、ハンノキ、ヤマハンノキ）と非食害対象樹種（ヤマグワ、ナナカマド）の Y 字管試験から、ハンノキハムシは BVOCs によって食害対象樹種を識別していることが明らかとなった。但し、食害対象樹種の中でもハンノキ類は BVOCs 組成に類似性が認められた一方で、シラカンバとハンノキ類は BVOCs 組成が顕著に異なったことから、ハンノキハムシは複数の BVOCs 組成を選好することが明らかとなった。さらに、ハンノキ類も高濃度の O_3 曝露によってハンノキハムシに対する誘引性は低下すると、学位申請者は示唆した。

以上の結果より、野外の高濃度 O_3 環境におけるハンノキハムシの行動変化の要因は、3）における「O_3 に対する反応性の高い BVOCs の大気中 O_3 反応により放出後の BVOCs の誘引性が低下することでハンノキハムシの植物探索が阻害されている」と結論付けられた。また、4）食害対象樹種内における BVOCs 組成が異なることは「高濃度 O_3 環境下における BVOCs 誘引性の低下に樹種間差が生じる」ことを意味する。以上を総じて学位申請者は、高濃度 O_3 環境における特定の樹木の誘引性が低下した分の植食性昆虫の食害は、誘引性が比較的維持されている同一生態系内の、他の食害対象樹種へ広がる可能性を提唱した。

よって、審査員一同は、学位申請者の増井　昇が、博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。