

はじめに

食葉性昆虫による食害は、温暖化環境では変化するのであろうか。1960年代に世界中で実施された植物の一次生産力の測定によると、森林の食害量は新葉の葉量の3~4%とされた。1990年代後半では10~20%であった。これらの数値には対象樹種や地域等に違いはあるが、この約30年間の食害量は明らかに増加した。この食害量の増加は何が原因なのか？

過去30年あまりで最も変化が著しいのは、大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度である。1960年代には約300ppmV(30Pa)であったが、最近では約38Paに達した。さらに、偏西風により大陸から供給される酸性沈着物の増加(窒素沈着)による樹木の生育環境の変化が問題視されている。植物は高CO₂濃度に反応して炭素/窒素(C/N)比の大きな葉を生産する。しかも、貧栄養で生育すると植物葉のC/Nはさらに大きくなり、被食防衛物質であるフェノール類等の濃度の増加する種が多い。反対に富栄養ではC/N比は低下する。増加する大気中CO₂濃度と窒素沈着の中で、樹木の葉の被食防衛能力は、どのように変化するのであろうか？

落葉樹広葉樹の防御能力

北海道中央部の落葉広葉樹二次林の体表的な樹種を対象に調べてきた。シラカンバやケヤマハンノキは遷移前期種とされ、遷移中後期種のミズナラやカエデ類に比べると、光合成速度は高いが、個葉の寿命は短くてC/N比の低い葉を持つ。これらの特性からミズナラとカエデ類は被食防衛能が高いと考えられる。

被食防衛には化学的・物理的防衛があり、さらに、化学的防衛では質的・量的防御に大別される。樹木では植食者への消化阻害効果を持つフェノールやタンニン類等の量的防御や葉の堅さやトリコーム(毛状体)等の物理的防御が重要である。これらの防御物質の構成要素の多くが炭素に由来する二次代謝産物である。しかし、葉の防御形質は単に葉の炭素量だけで決まるのではなく、生育環境の光条件や栄養環境によって影響を受ける。例えば、土壌中の窒素含量などの栄養条件の変化によっても影響を受けるという炭素/栄養素均衡(CNB)仮説が提唱された。貧栄養では、

ひとたび葉が喰われると再生するための養分獲得が難しいので、防御能力が高いと予想される。また、高CO₂かつ貧栄養で生産された葉のC/N比は高くなり、防御能力は増加すると予想できる。ただし、CNB仮説には例外も多く適用範囲は限定されている。

高CO₂環境での被食防衛能力

以上を踏まえ、異なる栄養条件で生育した落葉広葉樹4樹種を対象に、ジェネラリスト(広食者)の実験昆虫エリサンを用いた生物検定を行った。この結果、ケヤマハンノキを除くと通常大気CO₂で生育させた遷移前期種のシラカンバでは、遷移中後期種のミズナラやイタヤカエデよりエリサンの生存日数は長かった。この傾向は、富栄養で顕著であった。事実、遷移前期種に比べ中後期種では、成長阻害を引き起こす総フェノール・縮合タンニン量の濃度の増加が著しかった。

従来の研究からは、同じ栄養条件であれば、高CO₂で生育した個体の防御物質の量は通常CO₂濃度産に比べて高かった。さらに、同CO₂濃度で有れば貧栄養の個体の防御物質量は多かった。一方、ケヤマハンノキのみエリサンの生存日数が貧栄養条件で最長となった。ケヤマハンノキは窒素固定菌 *Frankia* sp.と共生し貧栄養条件で旺盛な成長をする。そのため貧栄養ではケヤマハンノキ葉は窒素含量が高く、「良質の餌」が生産されたと考えられる。このように種により高CO₂環境では栄養価や防御物質量は変化することが解明された。

展望

温暖化環境が進行すれば植食者と植物の関係が大きく変化し、さらに常緑の葉では貯蔵器官の働きもあるので、食害を受けると枯死に至る場合も多い。このため、森林を構成する種組成にも影響が出ることも予想される。また、植食者の行動からは葉の防御水準が上がり幼虫の成長が抑制され世代交代が進まないとの考えと、温暖化によって幼虫の発育が促進され、成虫になるため一定量の窒素養分を摂取するので、食害量が増加するとの考えがある。今後、さらに研究を進めるべき課題であろう。

謝辞：講演の機会を与えられた船田良教授、研究支援頂いた住友財団・学振に感謝する。