

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 北尾 光俊

本研究は、北海道の主要落葉広葉樹5種を対象として、マンガンが植物体内に過剰に集積した場合の成長阻害要因について主に光合成機能の面から解析したものである。

本論文は7章から成る。1章はマンガン過剰に関する総説に充て、2章では本研究の対象樹種であるダケカンバ、シラカンバ、ケヤマハンノキ、ハルニレ、イタヤカエデの5樹種について生態学的な面も含めて概説するとともに、本研究で用いた水耕栽培や測定・分析の手法を記述している。

3章では、マンガンを過剰に供した場合の成長解析の結果を示している。1 mg L⁻¹ Mn を対照区として10, 50, 100 mg L⁻¹ Mn の処理区を設け、およそ50日間の処理をおこなった。いずれの樹種でもマンガン濃度の高い処理区ほど相対成長率が低くなる傾向が見られた。同化器官の大きさを表す指標である葉面積比へのマンガン処理の影響は小さかった。一方、マンガン処理濃度が高いほど光合成速度が低い傾向が見られた。マンガン処理に伴う成長量の低下は、同化器官の減少よりも、光合成速度の低下が主たる原因であることが示唆された。

4章では、ガス交換測定およびクロロフィル蛍光反応測定の手法を用いて *in vivo* で個葉の光合成反応を調べ、光合成反応のどの過程にマンガン過剰が影響しているかを評価している。光飽和下でCO₂濃度を変化させておこなったガス交換測定により、炭酸固定系の指標であるリブローズ二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(Rubisco)活性、リブローズ二リン酸再生速度はともに葉へのマンガン集積により低下する傾向が見られた。一方、飽和CO₂条件下での光-光合成反応の初期勾配から算出した最大光量子収量の低下は小さく、マンガン集積による電子伝達系への影響は、炭酸固定系と比較して小さいことが示された。通常大気中のCO₂濃度の下で測定した光飽和の光合成速度もマンガン集積によって低下する傾向が見られた。通常大気中のCO₂濃度での光合成速度は、主としてRubisco活性によって律速されていたことから、マンガン集積によるRubisco活性の低下が光合成への影響としてもっとも重要な要因と考えた。さらに、樹種間の比較をおこなった結果、ダケカンバ、シラカンバ、ケヤマハンノキは、ハルニレ、イタヤカエデよりも葉へのマンガン集積によるRubisco活性の低下が小さいことが明らかになっ

た。

5章では、クロロフィル蛍光反応測定により光照射時における光化学系Ⅱへのマンガ
ン集積の影響を解析している。葉へのマンガ集積は、光照射 15 分後の光合成の定常
状態において、光化学系Ⅱの電子伝達効率を低下させることが明らかとなった。電子伝
達効率の低下には、電子を受け取ることができる光化学系Ⅱ反応中心の割合の低下とア
ンテナクロロフィルでの熱としてのエネルギー放出の増加が関与していた。これらのこ
とから、Rubisco 活性の低下がフィードバック制御を介して光化学系Ⅱの電子伝達速度
を低下させることが示唆された。さらに、光阻害とマンガ集積の関係を解析したとこ
ろ、ハルニレ、イタヤカエデのようにマンガ集積による Rubisco 活性の低下が著しい
樹種においては、炭酸固定系で消費しきれない光エネルギーの増加によって光化学系に
も障害が及ぶ可能性が示された。

6章では、シラカンバ、イタヤカエデについて、クロロフィル蛍光反応とガス交換の
同時測定により光呼吸速度を推定している。2樹種ともマンガ集積による光呼吸の割
合の増加を確認することはできなかったことから、マンガ集積による光合成の低下に
は Rubisco の特性の変化ではなく、Rubisco の活性化阻害が関与している可能性を提示
している。

7章では、以上の結果を総括し、マンガ過剰に対する感受性が対象とした5樹種間
で異なっていた要因について推察を加えている。

本研究により、マンガ過剰に伴う植物の成長低下に関して、個体レベルの解析から
はじめ、光合成速度の低下が第一の原因であること、マンガ集積による Rubisco 活性
の低下が光合成活性を制限すること、またマンガ集積による光阻害の可能性などを示
す結果が得られており、マンガ過剰害の機作を総合的に知る上で学術的に重要な成果
といえる。マンガ過剰害の発現には土壌中のマンガ含量だけでなく、土壌が還元状
態になるか、あるいは土壌が酸性化することによる可溶性マンガの増加が関与する。
森林を構成するそれぞれ生育特性の異なる樹木の成長障害を扱った本研究は、地球規模
の問題となっている森林衰退現象に対しても有用な知見を与えている。

よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文としてふさわしいもので
あると判断した。