

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 14 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22580173

研究課題名(和文)短伐期施業で経営される里山林の生物多様性・炭素収支の定量的評価

研究課題名(英文)Evaluation of biodiversity and carbon flux of coppice woods managed by a short rotation

研究代表者

松本 和馬(Matsumoto, Kazuma)

独立行政法人森林総合研究所・東北支所・産学官連携推進調整監

研究者番号：00353863

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：薪炭林として短伐期施業で利用されていた里山林の生物多様性保全機能および炭素吸収源としての機能を評価する意見が強いが、これらの見解を支持する実証的データはこれまで示されていない。本研究は短伐期施業で経営される里山林で林齢に伴う生物多様性と炭素収支の実態を定量的に評価した。

植生変化の大きい短伐期林において様々な遷移段階が小林分ごとに隣接して存在することが高い生物多様性をもたらしていることを明らかにした。里山林の炭素収支をバイオマスの林齢に伴う変動として定量的にとらえ、バイオマス増加速度から最適伐期齢を指摘した。これらの成果は里山林の有効利用の指針として、NPOや行政に受け渡すべきものである。

研究成果の概要(英文)：Coppice woods (so-called satoyama) managed by a short rotation for fuel production have been thought to maintain a high biodiversity and to function as carbon sink, but no studies supporting these views have been available so far. Biodiversity status and carbon cycle in coppice woods under short rotation management were studied. Vegetation heterogeneity among small compartments of different ages enhanced a high biodiversity.

Carbon flux along increasing age of coppice woods was quantitatively evaluated, and the best tree age to harvest was determined based on the rate of biomass increase. These results are to be transferred to NPO's and administrative organs as useful guidelines for effective use of coppice woods.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：里山 昆虫 二酸化炭素排出削減 生態学 林学 生物多様性

## 1. 研究開始当初の背景

里山林は、薪炭林として短伐期施業によって利用されていた当時、生物多様性保全機能が良かったが、1960年代より石油系燃料が普及し始めると利用価値を失い放置され、これにより里山的な生物の衰退を招いていると憂慮されている。また一方では、放置された里山林の再整備による生物資源エネルギーの生産と炭素シンク機能発揮への期待もある。しかし、現在も薪炭林としての利用が継続している里山林はほとんどなくなっているため、一般の関心の高さに反して短伐期施業により管理されている里山林での生物多様性と炭素収支に関する研究はほとんどない。短伐期施業の下にある里山林の生物多様性と炭素収支の実態を定量的データによって確かめる必要がある。

栃木県南那須地域においては、県森林事務所の普及指導等により、シイタケ原木、菌床チップ生産が行われ、里山林の産業的利用が広く実現しているという注目すべき事実がある。その施業形態は約20年の短伐期施業であり、かつての薪炭林施業に極めて近く、本研究には絶好のフィールドが用意されている。

## 2. 研究の目的

(1) 短伐期施業によって維持されている里山林の生物多様性と炭素収支の実態を定量的に評価する。生物多様性の評価では、更新から収穫伐までの個々の種の盛衰の変化を含め、短伐期施業の下にある里山林の生物多様性の全体像を明らかにする。

(2) 炭素収支の評価：放置林から生産林への転換後の炭素循環を調査し、モデル化して短伐期施業の元にある里山林の炭素収支の全体像を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 生物多様性の調査・解析は松本が担当し、林齢の異なる林分で、チョウ類のトランセクト調査を4月から10月まで行い、ゴミムシ類についてもピットフォールトラップを設置して4月から10月まで採集調査を行う。兵庫県猪名川町の単伐期施業林（輪伐期10年）でゴミムシ類を同じ方法で調査して得られた同定済みデータが解析可能となったので、その解析結果も検討に加える。

林齢ごとに得られた群集データを種数、多様性指数、多変量解析に基づく座標付け、環境選考性に基づく種構成の検討により定量的に解析して多様性を評価する。

(2) 炭素収支の解析は千葉が担当する。調査は、直径、樹高、枝下高の毎木調査をもとに材積や枝葉の重量の推定、落ち葉掻き、燃材収集などによる炭素持ち去り量の推定、植生調査と全天写真による林内環境に対する除間伐等の影響評価を行う。林齢の異なる林分での計測により炭素収支を評価し、これに基づき、里山林の炭素サイクル予測モデルを開

発して、林齢に伴う炭素収支の動態を評価する。

(3) 研究協力者：栃木県那珂川町のキノコ原木生産者の佐藤長男氏、相吉沢財氏からはそれぞれの所有する林地での調査の承諾をいただいている。南那須地域の放置里山林の生産林への転換を推進し、今日の状況を築いた栃木県の津布久隆氏とは頻りに情報交換・意見交換をしている。名城大学の修士課程に在学した近藤慶一氏からは、指導教官の日野輝明氏を通じてゴミムシ類の同定済み調査データの解析を委ねられている。

## 4. 研究成果

### (1) 生物多様性について：

キノコ原木生産のために約20年の短伐期施業で経営されている栃木県那珂川町のコナラ林の0-1年生、3-4年生、8年生、22年生の林内および作業路沿いでチョウ類群集を調査した。若齢林分で種数、種多様度がやや高かった。林齢により種構成には大きな違いがあり、更新直後の林分では草原性種が多く含まれ、林齢が進むと森林性種の割合が高くなり、種数は若齢林分に比べ少なくなった。Rarefactionにより比較すると3-4年生頃に種数が最も多くなることが示唆され、この時期に特徴的な種はアカシジミ、コチャバネセセリ、ヒョウモンチョウ類等の明るい環境を好み訪花性の森林性種であった。さらに林齢が進んで林冠が閉鎖するとこれらの種に替わってジャノメチョウ亜科のオオヒカゲ、クロヒカゲ、ヒカゲチョウ、サトキマダラヒカゲ、コジャノメ等日影を好む種が多くなり、オオムラサキ、スミナガシ等も加わって樹液に飛来する種が主体となることが特徴であった。

除歪対応分析(DCA)を適用したところ、0-1年生林分及び作業路各2箇所が左側下方に、3-4年生林分は左寄り上方に、8年生と22年生の高齢林分は右寄り下方に位置づけられた。森林性種として一括されているチョウ類には明るい環境(若齢林・疎林・林縁)に生息し花蜜を好む種と暗い環境に生息し樹液を好む種があり、伐採から成林までのチョウ類の遷移系列には伐採直後の草原性種が比較的多い段階から明るい森林を好む種が過半を占める状態への変化(第2軸スコアの上昇)がまずあり、次にこのような種の減少(第2軸スコアの低下)と暗い林の森林性種主体の種構成への変化(第1軸スコアの上昇)があることがDCAの座標付けに現れたとみなせる。

なお、作業路は1-2年生林分との共通種が多く吸蜜源植物となる草本も多いことから、草原性種や若齢林を好む森林性種の生息場所や移動経路にもなっていると考えられる。

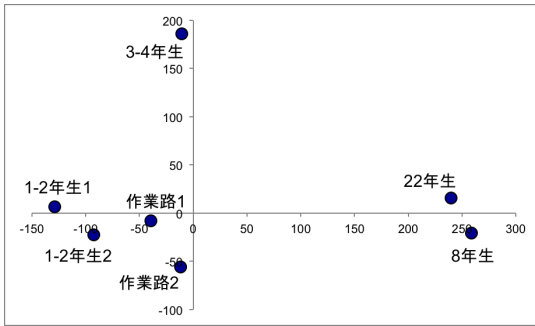


図-1 除歪対応分析による林齢の異なる林分と作業路のチョウ類群集の座標付け

ゴミムシ類については、兵庫県猪名川町では1-10年生、栃木県那珂川町の林齢の1-9年生、13-14年生、21-22年生の林分にピットフォールトラップを設置して採集を行ない、林齢に伴う種構成の変化を解析した。

ゴミムシ類も更新後の遷移段階に応じて構成種が入れ替わり年々の変化が大きかった。那珂川町では更新直後は種数・個体数とも少なく、その後の林齢の若い林分ではゴモクムシ亜科、マルガタゴミムシ亜科、アオゴミムシ亜科の草原性種が多く、希少草原性種のセアカオサムシ、オオヨツボシゴミムシ等も見られたのに対し、林冠閉鎖後は林内種のクロオサムシと *Synuchus* 属の個体数が多い傾向はあったが、種数は減少した。猪名川町のゴミムシ類も基本的に同様で、更新直後は種数、個体数とも少なく、その後ゴモクムシ亜科やマルガタゴミムシ亜科および林縁性で見られるヤコンオサムシ、アトボシアオゴミムシ等の種が多くなり種数は増加したが、林冠閉鎖後は草原性種が減り、林内種のマヤサンオサムシと森林性ジェネラリストのツヤヒラタゴミムシ属 (*Synuchus*) が多かったが、全体的には種数は減少した(図2)。

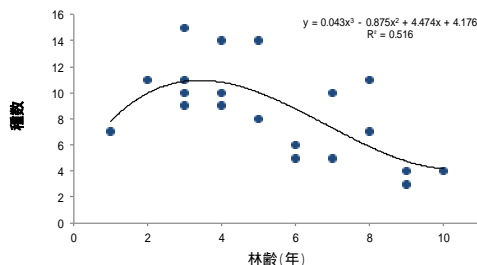


図-2 林齢とゴミムシ類の調査地点当たり種数の関係

このように林齢により種構成に大きな変化があり、小面積林分が短伐期で更新される結果、異なる群集組成の林分が隣接したモザイク構造が出現し、一帯の多様性が高くなると考えられた。このような更新後数年間の大

きな種構成の変化はチョウ類・ゴミムシ類に共通して認められたので、短伐期施業のある里山林の生物一般に認められるものと考えられる。従来NPO等を中心とする里山保全活動では、短伐期施業による伐採や刈り払いのような施業に伴う攪乱が植生遷移初期の生物層を維持し、これが生物多様性を高めたと言う理解が一般的であるが、林冠閉鎖後も含む異なる林齢の林分のモザイク的な空間配置とそれをもたらす地域一帯で行われる産業的な短伐期施業の重要性は十分認識されていないので、今後普及が必要である。

## (2) 炭素収支について

関東地方のコナラを主体とする落葉広葉樹林の成長調査に基づいて、短伐期(20年以下)での伐採収穫と萌芽更新を繰り返す広葉樹林の炭素収支を評価した。林分成長は樹高成長と林分密度に強く影響されるが、特に樹高成長は土地条件を反映して炭素収支にも大きく影響する。そこで、関東地方(栃木県那珂川町、茨城県つくば市、東京都八王子市)のコナラ林の最大樹高を確認したところ、およそ25~30mの範囲であり、北部ほど低くなる傾向があったが、明瞭な違いは認められなかった。最大樹高に到達するまでの年数は、土地の肥沃土や降水量等の環境条件が影響すると考えられた。

10~20年の周期で木材の収穫と萌芽更新を繰り返す短伐期施業を実施しているコナラ林の成長モデルを構成するため、栃木県那珂川町での調査結果を分析し、短伐期広葉樹林(3林分)の炭素収支を評価した。

コナラの萌芽力は一般に樹齢とともに低下するとされるが、当該調査地では伐採後に適宜苗木を補植することによって、伐根の老化による更新不良が防止されている。伐採後発生する萌芽枝の本数は10本~30本程度と考えられるが、発生後かなり早期に成長の優劣によって自己間引きされて萌芽枝の本数は急減する。その結果、自然間引きと除伐等の施業管理により、10年生時DBHは平均5cmで立木本数2300本程度、20年生時には約10cmで1100本程度と予測した。

コナラ林で実施した伐倒調査により器官別重量の推定式を決定し、また樹高および胸高直径の成長データから、林内の個体サイズ分布等を含む林分成長モデルを構成し、林齢30年生までを想定してコナラ林の成長予測を行った。全器官のバイオマスは一貫して増加するが、増加速度は15年生前後で最大(10.6ton/ha/年)になるので、この時期に伐期を想定するのが得策と考えられた(図3)。

里山地域ではしばしば落葉掻きを行い、土壌肥料として利用されるが、多くの調査データから、落葉広葉樹の落葉はhaあたり約3トンになる。また原木・薪炭に利用可能な幹と枝(自然枯死を含む)を計算したところ、林齢とともに30年生頃まで増え続け、10年生でhaあたり約4トン、15年生で約7トン

と予想された。落葉掻きによって実際に林地から持ち出される落ち葉の量は不明であるが、今のところ、落ち葉の持ち出しによる林地生産力への影響は認められていない。当該地域は周辺植生からの土壌養分の流入が十分考えられ、林地生産力に特段の心配はないと考えられる。

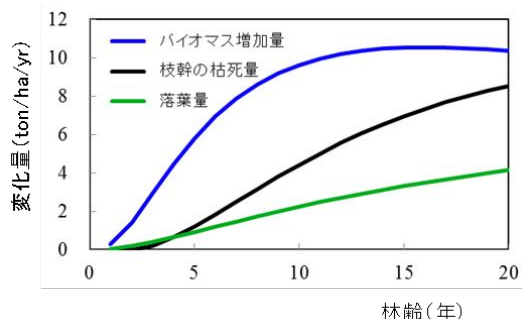


図-3 コナラ短伐期施業林の成長予測

栃木県那賀川町近郊で行われているコナラ林の短伐期施業は、萌芽更新後の若干の芽掻き作業をする以外には特段の保育作業をしなくても、利用径級の木材を確保するのに適した立木密度が維持されていることが、成長予測モデルによって確認された。今回の成長評価モデルを適用することによって、除間伐を通じた森林資源の有効利用法の提案、里山林の適切な管理に向けた具体的な指針の提案に取り組んでいく。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 2 件)

松本和馬 (2014) 短伐期施業で管理されるコナラ・クヌギ林のチョウ類群集. 環境動物昆虫学会誌、25 巻 (印刷中) 査読有.

近藤慶一、松本和馬、日野輝明 (2012) 皆伐萌芽更新による薪炭林施業がもたらすオサムシ科甲虫 (Coleoptera: Carabidae) の種多様性. 環境動物昆虫学会誌、23 巻: 127-141. 査読有.

### 〔学会発表〕(計 4 件)

松本和馬 (2013) 栃木県の短伐期里山林におけるチョウ類群集の構造と種多様性. 第 25 回日本環境動物昆虫学会年次大会、2013.11.17、神戸市.

本柳友佳子、千葉幸弘、川崎達郎、右田千春、佐藤明 (2013) つくば市内のコナラ林における肥大成長、葉群動態と気象環境の関係. 第 2 回関東森林学会大会講演、関東森林学会、2013.10.4、府中市.

松本和馬、近藤慶一、日野輝明 (2012) 皆伐萌芽更新で維持されている薪炭林のゴミムシ類群集. 日本昆虫学会第 72 回大会、2012.9.17、町田市.

Chiba, Y (2011) Simulation approach to effective management practices of plantation forests. 7th International Forest Vegetation Management Conference, 2011.11.7-10, Valdivia, Chile.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松本 和馬 (MATSUMOTO, Kazuma)  
独立行政法人森林総合研究所・東北支所・  
産学官連携推進調整監  
研究者番号: 00353863

### (2) 研究分担者

千葉 幸弘 (CHIBA, Yukihiro)  
独立行政法人森林総合研究所・企画部・  
研究企画科長  
研究者番号: 90353771