

長野県「森林の里親促進事業」CO₂吸収評価認証制度によって算出された森林二酸化炭素吸収量の精度検証と算定方法の課題抽出

松澤義明¹・小林 元²・植木信吉³・小林紀之⁴

¹長野県林業コンサルタント協会

²信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

³長野県林務部

⁴日本大学大学院法務研究科

要 約

長野県 CO₂認証制度によって算出された、森林二酸化炭素吸収量の精度検証を行なった。林分材積を林分材積表から算出する本制度では、幹材積表から算出した場合と比べて、最大で±30%の誤差を生じていた。林分材積表で算出された材積が過大あるいは過小に評価されているかどうかは、収量比数を見ることで確認することができた。長野県 CO₂認証制度が環境省の J-VER 制度と比べて優れている点として、切り株の年輪調査によって林齢の確認を行っていること、地位指数を林分平均樹高で判定していることが挙げられた。一方、長野県 CO₂認証制度の問題点として、林分材積から算出された材積の数値精度が低いことが挙げられた。二酸化炭素吸収認証の数値精度向上のためには、長野県 CO₂認証制度においても環境省の J-VER 制度と同様にシステム収穫表を導入することを検討することが薦められた。

キーワード：J-VER 制度，システム収穫表，収量比数，長野県，林分材積表

はじめに

長野県では、地域の森林整備に企業等の社会貢献活動（CSR 活動）を誘致することを目的に、2003 年に「森林の里親促進事業」が制定された。この制度によって、2009年までに累計で47団体によつてのべ844haの森林が整備された⁸⁾。これら企業等によって整備された森林について、その二酸化炭素吸収量を評価・認証することを目的として、2008年に長野県「森林の里親促進事業」CO₂吸収評価認証制度が制定された（以下、長野県 CO₂認証制度）。この制度による森林二酸化炭素吸収量の算定法は、2009年に環境省によって制定されたカーボン・オフセット制度（J-VER 制度）の森林モニタリングガイドラインに準拠している²⁾。

本研究では、長野県 CO₂認証制度によって算出された森林二酸化炭素吸収量の精度検証を行う。また、長野県 CO₂認証制度における二酸化炭素吸収量の算定方法を環境省の J-VER 制度と比較して、算定方法の課題点を抽出することを試みる。

調査地と方法

1. 長野県 CO₂認証制度による森林二酸化炭素吸収量の算定方法

長野県 CO₂認証制度では、森林の二酸化炭素吸収量を LULUCF 方式¹⁾にしたがって、林分材積の増分から計算する。長野県 CO₂認証制度では、長野県の地域特性を考慮して林分材積の増分を長野県民有林林分材積表⁴⁾⁵⁾から算出する。林分材積表では、樹種と林齢から林分材積を求める。このため、評価対象となる森林の林齢を正確に判定することが重要となる。長野県 CO₂認証制度では、現地で切り株の年輪調査を行い、年輪数から林齢を判定する。また、森林の大部分が山地の複雑な地形の上に成立する長野県では、同種同齢の一斉林であっても、斜面系列上で林分材積は大きく異なる。このため、長野県民有林林分材積表は地位指数ごとに作成されている。長野県 CO₂認証制度では、現地で樹高測定を行い評価対象林分の地位を判定する。なお、地位指数の判定には林分の平均樹高を用い、直近下位の地位を適用する。

2. 現地調査

精度検証は2008年度に CO₂吸収評価認証を行った、

受付日 2011年1月14日

受理日 2011年2月14日

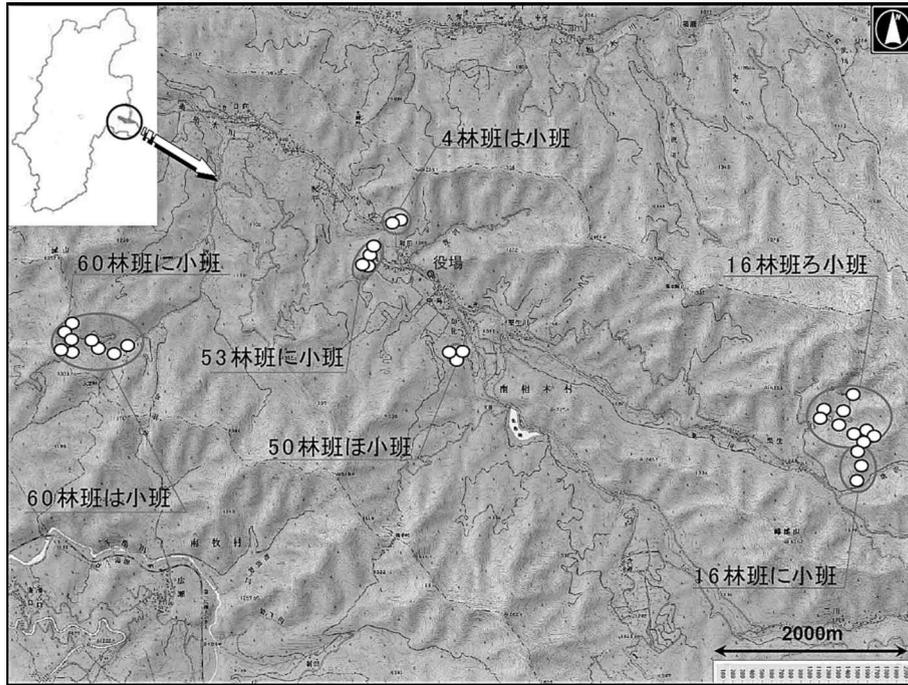


図1 調査地の位置図

図は3Dカシミールで作成した。図中の白丸は、GPSで測位した調査プロットを表す。

南佐久郡南相木村のカラマツ林6団地およびアカマツ林1団の計7団地を対象とした(図1)。団地の大きさは1haから10haで、海拔1,010mから1,490mの範囲にある。すべての団地に、大きさ200m²の方形調査プロットを2から9箇所設定した(合計30プロット)。プロットの位置は、GPS(GPSMAP60CSx, GARMIN社)で記録した。プロット内の全立木の樹高と胸高直径を測定した。樹高は超音波測高計(VERTEX III, HAGLOF社)とレーザー測高計(TruPulse, Laser Technology社)を用いて0.1m単位で測定した。胸高直径は直径巻尺(ダイヤメータールール, ケーディーエス社)を用いて、幹の周囲長を1cm単位で測定した。また、プロット内の切り株の年輪数を数えて樹齢を判定した。調査は、2009年1月14日、15日、28日および2月5日、12日の合計5日間で行った。

3. 林分材積の算定方法

現地調査で得られた林齢と樹高から長野県の樹高成長曲線^{4),5)}を用いて、地位指数を判定した。林齢と地位指数から長野県民有林林分材積表^{4),5)}を用いて林分材積を求めた。次いで、プロット内の全立木の樹高と胸高直径から長野地方の立木幹材積表⁶⁾を用いて、ヘクタールあたりの林分材積を求めた。林分材積表で求めた林分材積を立木幹材積表で求めた値と比較して、林分材積表の精度を検証した。また、本数密度と平均樹高から密度管理図^{4),5)}を用いて、

林分材積と最多密度時の林分材積を求め、収量比数を計算した。

結果と考察

1. 林齢の判定

図2に、森林簿に記載された林齢と切り株の年輪数との関係を示した。森林簿に記載された林齢は35年生から56年生の範囲にあったが、数多くの林分で切り株の年輪数は森林簿の林齢に達しておらず、最大でマイナス14年もの差が見られた。切り株の年輪

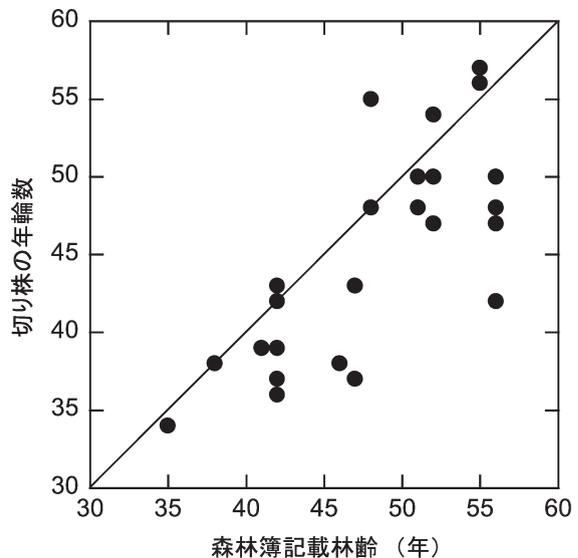


図2 森林簿記載林齢と切り株の年輪数との関係
図中の線分は、1:1の関係を表す。

表1 樹高の基本統計量

林班	60—は	60—に	16—ろ	50—ほ	53—に	4—は	16—に
樹高平均 (m)	24.2	25.3	24.5	26.1	26.4	27.2	15.0
標準偏差 (m)	2.59	2.54	4.23	2.04	4.49	2.54	3.57
標本数*	43	35	95	22	27	18	57
最大樹高 (m)	29.9	29.1	33.9	29.6	34.9	30.8	23.6
最小樹高 (m)	18.7	18.3	10.9	21.3	18.6	20.4	7.2
変動係数 (%)	10.7	10.1	17.3	7.8	17.0	9.3	23.8

*各調査プロットから得られたデータを、林班ごとにまとめて集計した。

表2 林分材積表と幹材積表で求めた林分材積の比較

林班	樹種	林齢 (年)	地位	①林分材積表 (m ³ /ha)	②幹材積表 (m ³ /ha)	収量比数	①/② (%)
60は	カラマツ	42	III	324	299	0.74	108
60に	カラマツ	48	III	339	400	0.76	85
16ろ	カラマツ	48	III	339	484	0.80	70
50ほ	カラマツ	42	II	404	314	0.68	129
53に	カラマツ	45	II	404	320	0.68	126
4は	カラマツ	52	II	436	432	0.77	101
16に	アカマツ	41	IV	260	355	0.77	73

林分材積表は長野県民有林林分材積表^{4),5)}を用いた。幹材積表は長野地方の立木幹材積表⁶⁾を用いた。収量比数は長野県民有林林分材積表^{4),5)}の密度管理図を用いて計算した。

数が森林簿の林齢より少なくなる原因として、植栽後数年を経た後に行われる補植や、隣接する林分からの天然下種更新の影響が考えられる。林齢は地位指数を判定する際の基準となる。したがって、森林簿に記載された値をそのまま用いるのではなく、年輪から読みとった樹齢を用いることが林分材積の推定精度を高める上で望ましいといえる。

2. 地位指数の判定

表1に樹高の基本統計量を示した。最大樹高は、変動係数が10%程度と樹高のバラツキが比較的小さい団地においては平均樹高より1割以上大きい値を示した。また、変動係数が20%を超える団地では、平均樹高の1.5倍以上大きい値を示した。このことは、地位指数を上層木から判定した場合、地位はきわめて過大に評価されることを意味している。一般に、地位指数の判定には上層木の平均樹高が用いられる場合が多いが、二酸化炭素吸収量を林分レベルで評価する本制度では、地位指数は平均樹高から判定することが二酸化炭素吸収量の過大評価を避ける上で望ましいといえる。

3. 算定方法による林分材積の比較

表2に、林分材積表と幹材積表を用いて求めた林分材積を示した。材積を個々の直径と樹高から直接計算して積み上げた幹材積表による値が実際の材積を正確に表している。この幹材積表から得られた林

分材積に対して、林分材積表を用いた算定法では最大で±30%程度の誤差を生じていた。林分材積表で求められる材積は、林分が収量比数0.7~0.8の標準的な本数密度で管理されていることを前提としている。このため、強度な間伐が実施された林分や、逆に間伐がほとんど実施されていない過密な林分においては、材積は過大、あるいは過小に評価されてしまう。表を見ると、収量比数が0.7~0.8に近いとき、林分材積表で求められた材積は幹材積表の値と近い傾向を示す。一方、収量比数がこの範囲より低い場合は過大に評価し、逆に高い場合は過小に評価する傾向にあることが読みとれる。このように、林分材積表で求められた材積が過大あるいは過小に評価されているかどうかは、収量比数を見ることで確認することができる。

4. J-VER 制度との森林モニタリング比較

表3に、長野県 CO₂認証制度と環境省 J-VER 制度による森林二酸化炭素吸収量の算定方法を比較して示した。長野県 CO₂認証制度では、現地調査で切り株の年輪数から林齢を判定するが、J-VER 制度では林齢の調査に関する特別の指定はなく、森林簿に記載された林齢をそのまま用いることになる。また、長野県 CO₂認証制度では地位指数を林分平均樹高で判定するが、J-VER 制度では上層木または林分平均樹高で判定することになっている。森林簿の

表3 長野県 CO₂認証制度と環境省 J-VER 制度による森林二酸化炭素吸収量の算定方法

	長野県 CO ₂ 認証制度	環境省 J-VER 制度
林 齢	切り株による年輪調査	算定方法に指定なし
地位指数	林分平均樹高	上層木または林分の平均樹高
材 積	林分材積表	システム収穫表または林分材積表

林齢は実際の林齢と異なる場合が多い(図2)。また、上層木で地位指数を判定すると林分材積を過大に評価してしまう(表1)。林齢と地位指数の判定方法は、長野県 CO₂認証制度が J-VER 制度と比べて優れているといえる。

一方、林分材積は長野県 CO₂認証制度では林分材積表を用いて求めるが、この方法は本数密度が標準的な管理密度から離れた林分では、実際の材積との間に大きな誤差を生じる(表2)。一方、J-VER 制度では、林分材積は LYCS³⁾等のシステム収穫表⁷⁾を用いて求めることを推奨している。システム収穫表を用いれば、本数密度や地位指数等の変化に柔軟に対応した林分材積の予測が可能となるため、実際の林分材積との誤差は小さくなると思われる。長野県 CO₂認証制度においても、システム収穫表の導入を検討することを薦めたい。

おわりに

2009年に始まった長野県 CO₂認証制度によって、2010年までに26の申請対象による総計1,600トンの二酸化炭素吸収認証を行った。これら数多くの認証を行う中で、複層林や針広混交林等、林分構造の複雑な森林での吸収算定の難しさ、超高密度林における森林整備の適格性の評価等、当初想定していなかった新たな問題も浮上してきた。認証数値の精度

向上は、森林整備のための里親企業をより多く誘致していく上で重要な課題である。本制度の信用を高める上で、今後も、認証数値の精度向上のための検討を続けていくことが肝心である。

引用文献

- 1) IPCC (2003) Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.
- 2) 環境省 (2010) オフセット・クレジット (J-VER) 制度モニタリング方法ガイドライン (森林管理プロジェクト用) Ver.1.5.
- 3) 松本光朗 (2005) システム収穫表 Excel 版 LYCS の開発. 森林技術 764:18-22.
- 4) 長野県林務部 (1984) 長野県民有林ヒノキ・アカマツ人工林林分材積表・人工林収穫予想表.
- 5) 長野県林務部 (1991) 長野県民有林カラマツ人工林・長伐期施業の手引き.
- 6) 林野庁計画課編 (1970) 立木幹材積表東日本編. 333pp, 日本林業調査会, 東京.
- 7) 白石則彦 (2005) 収穫予測システムの過去・現在・未来. 森林技術 764:9-12.
- 8) 植木信吉 (2010) 長野県「森林の里親促進事業」CO₂吸収評価認証制度. (森林吸収源, カーボンオフセットへの取り組み. 小林紀之編, 全国林業改良普及協会, 東京). 100-113.

Accuracy of the amount of forest CO₂ absorption certified by Nagano Forest CO₂ Absorption Certification

Yoshiaki MATSUZAWA¹, Hajime KOBAYASHI², Shinkichi UEKI³ and Noriyuki KOBAYASHI⁴

¹Nagano Prefecture Forestry Consultant Association

²Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

³Department of Forestry, Nagano Prefectural Government

⁴Graduate School of Law, Nihon University

Summary

We examined the accuracy of the amount of forest CO₂ absorption certified by Nagano Forest CO₂

Absorption Certification (N-FAC) in 2008. The timber volume calculated from the yield table in N-FAC overestimated or underestimated the timber volume by as much as 30% compared to the value obtained from the tree volume table. We could examine the extent of overestimation or underestimation from the yield ratio. N-FAC is more excellent than Japan verified emission reduction (J-VER) with respect to several points. First, in N-FAC, stand age is confirmed by field investigation, whereas in J-VER, stand age is determined only by stand description, which often describes trees as older than they actually are. Second, in N-FAC, the site index is determined from the average height of the stand, whereas in J-VER, it is determined from the average height of dominant trees, leading to the overestimation of timber volume at the stand level. N-FAC misuses the yield table, leading to overestimation or underestimation of the timber volume when the yield ratio departs from 0.7 to 0.8. We recommend that N-FAC use a system yield table similar to that in J-VER to estimate the amount of forest CO₂ absorption more precisely.

Key word : Japan verified emission reduction, Nagano prefecture, system yield table, yield ratio, yield table