

# 海外植林地における炭素蓄積量の推定精度評価： ベトナム国QPFL産業植林地の事例

仲摩栄一郎<sup>1\*</sup>, 棚橋雄平<sup>1</sup>, 柴崎一樹<sup>1</sup>, 金澤弘行<sup>1</sup>, 森徳典<sup>1</sup>, 田辺芳克<sup>2</sup>, 若柳哲朗<sup>2</sup>  
安倍博宣<sup>3,4</sup>, 野口亮<sup>3,4</sup>, Nguyen Hoang Long<sup>4</sup>, Loc Vu Trung<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(財)国際緑化推進センター、<sup>2</sup>(社)海外産業植林センター、<sup>3</sup>王子製紙株式会社

<sup>4</sup>Quy Nhon Plantation Forest Company of Vietnam Limited (QPFL)

\*e-mail: eiichiro@jifpro.or.jp

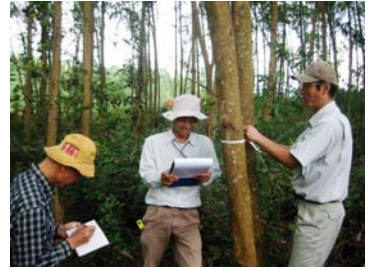


写真1. 現地調査（胸高直径の測定）

## 背景

◆気候変動の緩和策として、途上国の森林減少・劣化に由来する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)等の排出削減および持続可能な森林経営や森林保全活動を通じた森林炭素蓄積の維持・強化(REDD+)に注目が集まっている。

◆2010年末時点で、日本企業の海外産業植林は、10ヶ国37プロジェクトで総植林面積は74万ヘクタール(ha)に達している。これら日本企業の海外産業植林地は、持続的な森林経営がなされており、CO<sub>2</sub>吸収や炭素蓄積の維持・強化にも大きな役割を果たしている。しかしながら、そのほとんどは、CDMやVCS等、植林によるCO<sub>2</sub>吸収量を評価認証する既存の仕組みからは外れている。

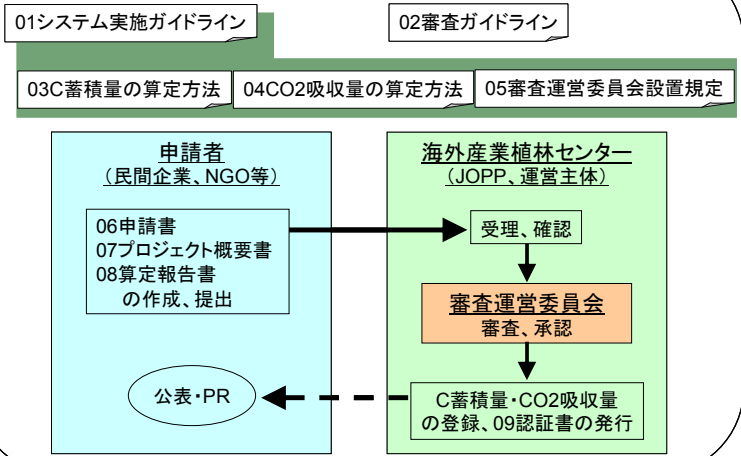
## 「海外植林による炭素蓄積量・CO<sub>2</sub>吸収量の評価認証システム」の構築

◆それら海外植林地の炭素蓄積量・CO<sub>2</sub>吸収量を定量的に評価し、その拡大・促進に寄与することを目的として、日本製紙連合会の委託の下、(社)海外産業植林センター内に、標記システムを構築した。

◆本システムの炭素蓄積量・CO<sub>2</sub>吸収量の算定方法は、信頼性を確保するためIPCCの土地利用・土地利用変化・林業(LULUCF)のグッド・プラクティス・ガイダンス(GPG)のTier1に準拠し、樹木の地上部・地下部炭素プールを算定対象とした。

◆ただし、簡易・低廉なものとするため、算定に用いるデータは、CDMやVCSで認められている、①統計学的に設計されたサンプルプロット地上調査に加えて、日本企業が実際に現地植林地の収穫量予測等に使用している、②年平均幹材積成長量(MAI)、③収穫予想表および④成長曲線も利用可とした。

## 海外植林地C蓄積量・CO<sub>2</sub>吸収量評価認証システム



## ベトナムQPFL産業植林地における炭素蓄積量・CO<sub>2</sub>吸収量の認証（第1号）

- ▶本システムのパイロット事業として、2011年3月末時点におけるベトナムQPFL産業植林地(総面積:9,777ha)の植林木地上部・地下部の炭素蓄積量および直近一年間のCO<sub>2</sub>吸収量を、④プロジェクト固有の成長曲線を用いて算定した。
- ▶その結果、それぞれ約18万3千tonC(68万8千tonCO<sub>2</sub>相当量)、1万4千tonCO<sub>2</sub>となり、同年5月に外部有識者からなる審査運営委員会の審査を通り、(社)海外産業植林センターにより第1号として認証された。



## 各データを用いた炭素蓄積量の推定結果

### (QPFL産業植林地全体の炭素蓄積量)

◆④のデータにより認証された炭素蓄積量の信頼性・精度を検証するため、同年同時点におけるQPFL産業植林地全体の植林木地上部・地下部の炭素蓄積量を①～③のデータを用いて算定した(表1)。

◆その結果、①のデータ(サンプルプロットの面積:20m x 20m,数:65,測定植林木DBH≥3cm)を用いて算定した値は、約18万8千tonCとなり、その不確かさは90%信頼区間で採用値の11.9%となった。

表1. QPFL産業植林地(総面積:9,777ha、図2)全体の植林木地上部・地下部の炭素蓄積量(植栽樹種別面積割合:Acacia hybrid 88.1%, Acacia mangium 2.5%, Eucalyptus spp. 4.4%, 無立木地 5.0%)

算定に用いたデータ	炭素蓄積量 (tonC)	値比較	不確かさ (90%信頼区間)
①統計学的サンプリング地上調査	187,603	基準値	11.9%
②プロジェクト固有のMAI	201,045	+7.2%	データなし
③ベトナム林業省公刊の収穫予想表	171,673	-8.5%	データなし
④プロジェクト固有の成長曲線	182,886	-2.5%	データなし

※簡略化のため、全ての植栽樹種がAcacia hybridであると仮定して算定した。

## (QPFL産業植林地の林齢別炭素蓄積量)

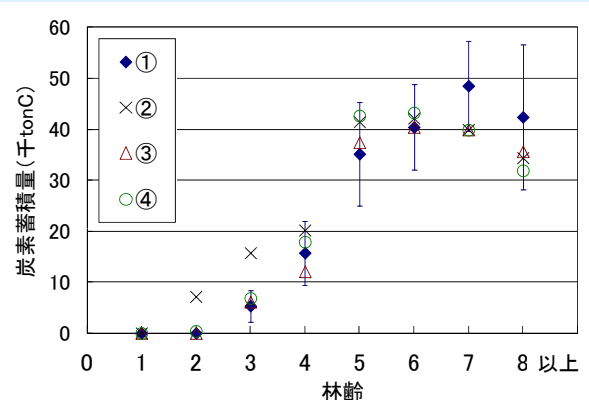


図1. 林齢別の植林木地上部・地下部の炭素蓄積量と不確かさ(90%信頼区間)

表2. 林齢別の面積、①データのサンプルプロット(SP)数および不確かさ(U<sub>i</sub>, +90%信頼区間)

林齢	除地	1	2	3	4	5	6	7	8以上	総計
面積(ha)	486	992	1,064	1,432	1,218	1,494	1,363	992	737	9,777
SP数	0	0	0	10	10	12	12	12	9	65
U <sub>i</sub> (%)	-	-	-	58.0	39.7	28.8	20.9	18.2	33.5	-

## 炭素蓄積量の推定精度についての評価

- ◆ CDM植林でクレジット発行のために許容される不確かさは10%以内とされており、①の値はそれに近い精度を示したので信頼性が高い(表1)。
- ◆ その①の値を基準とすると、総炭素蓄積量は、②~④の値全て①の値の10%以内に入った。特に本パイロット事業で認証された④の値は、①に近い値を示したので信頼性が高いと考えられた(表1)。
- ◆ 林齢別では、①のデータの各サンプルプロット数が9~12か所と少ないため、炭素蓄積量の不確かさが18~58%を示し、信頼性が低い(表2)。
- ◆ また、②は3年生の値が不確かさの範囲外に位置しており、弱齢林では過大評価となることが示唆された(図1)。

### ＜参考＞炭素蓄積量の不確かさの計算方法

- ◆ ここでは、植林木バイオマスを用いて不確かさ(Uncertainty, U)を計算した。
- ◆ まず、階層別の不確かさ( $U_i$ )を、階層別のサンプルプロット数( $n_i$ )、サンプル平均のha当たりバイオマス( $B_i/ha$ )、サンプル標準偏差( $SD_i$ )および90%信頼レベルにおける自由度(サンプル数)に応じたt値( $t_{VAL,i}$ )を用いて算出した(式①)。

$$U_i = (t_{VAL,i} \times SD_i / \sqrt{n_i}) / B_i/ha \dots ①$$

- ◆ 次に、不確かさの合成式(式②)により植林地全体の不確かさを算出した(表3)。

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \times B_1)^2 + (U_2 \times B_2)^2 + \dots + (U_n \times B_n)^2}}{B_1 + B_2 + \dots + B_n} \dots ②$$

表3. QPFL産業植林地における地上部・地下部バイオマス(B)の不確かさ(U)の算定結果(信頼レベル90%信頼区間)

林齢	3年生	4年生	5年生	6年生	7年生	8年生以上
階層	S1	S2	S3	S4	S5	S6
サンプル平均ha当たりバイオマス, $B_i/ha$ (ton/ha)	7.45	25.87	47.08	59.31	97.83	115.06
サンプル標準偏差, $SD_i$	7.54	17.94	26.39	24.14	34.70	62.19
サンプルプロット数, $n_i$	10	10	12	12	12	9
$\sqrt{n_i}$	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.0
標準誤差, $SE(SD_i/\sqrt{n_i})$	2.36	5.61	7.54	6.90	9.91	20.73
90% t 値	1.833	1.833	1.796	1.796	1.796	1.860
90%信頼区間, $+Cl_i$ (ton/ha)	4.32	10.28	13.54	12.39	17.81	38.56
不確かさ, $U_i$ (%)	58.0	39.7	28.8	20.9	18.2	33.5
面積, A (ha)	1,432	1,218	1,494	1,363	992	737
バイオマス, $B_i$ (ton)	10,666	31,507	70,335	80,828	97,056	84,811
以下、上記式②により、階層別の不確かさ( $U_i$ )を植林地全体の不確かさ( $U_{total}$ )へ合成						
$U_i \times B_i$	618,352	1,251,545	2,023,083	1,688,137	1,766,521	2,842,095
$(U_i \times B_i)^2$	$3.82 \times 10^{11}$	$1.57 \times 10^{12}$	$4.09 \times 10^{12}$	$2.85 \times 10^{12}$	$3.12 \times 10^{12}$	$8.08 \times 10^{12}$
$\sum \{(U_i \times B_i)^2\}$	$2.01 \times 10^{13}$					
$\sqrt{\sum \{(U_i \times B_i)^2\}}$	4,482,131					
$\sum B_i$	375,203					
植林地全体の不確かさ $U_{total}$ (%)	11.9					

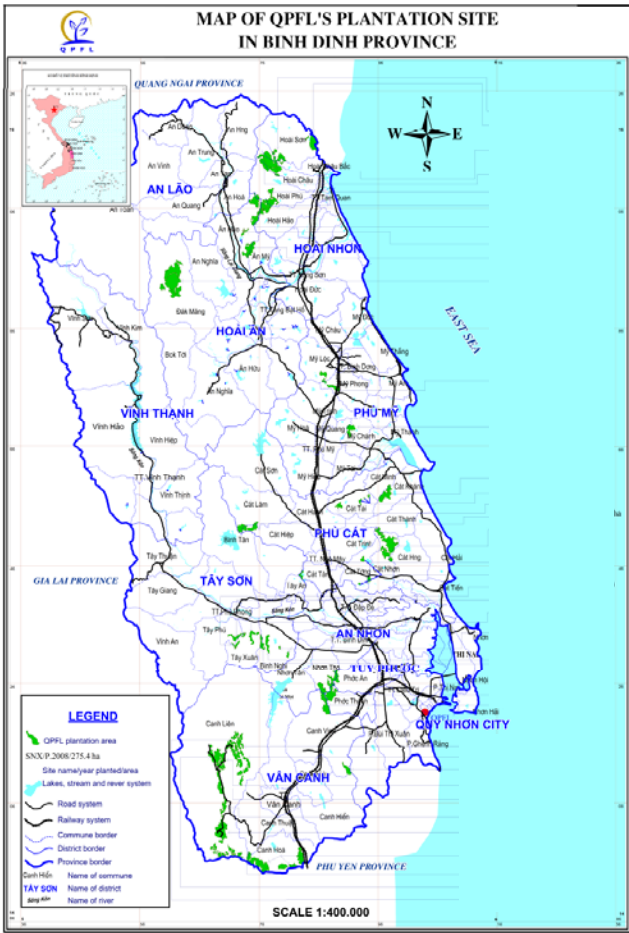


図2. QPFL産業植林地の位地図(ベトナム国ビンディン省、事務所所在地: クイニン市)