

CDM 植林プロジェクトの炭素吸収量モニタリング方法について —インドネシア ‘エプソン環境と友好の森’ における事例—

森 徳典・仲摩栄一郎

1. はじめに

新規及び再植林 CDM プロジェクト (A/R CDM プロジェクト) は、2009 年 11 月現在 8 つのプロジェクトが登録され、ようやく軌道に乗り始めた。これには CDM 理事会、A/R ワーキング・グループによる実施規則の簡素化や A/R CDM 事業計画や認証を容易にする各種ツール開発などの努力の結果であろう¹⁾。ところで、国連気候枠組条約に登録されたプロジェクトは、通常事業開始後 5 年目前後に、植林木の成長状態等をモニタリングし、実際に植林木等が吸収した CO₂ 吸収量の検証を受ける必要がある。プロジェクト実施ガイドラインやツールで定められているモニタリング法の主要部分は、植林木の大きさ (成長量) を統計的に定められた精度で測定し、それを炭素量に換算することになる。

ここでは推奨されている方法論^{2,3)}を用いて、比較的複雑な林層を持つ植林地にて、階層化からプロット数の決定、永久プロットの配置までを実証してみた。その結果、適切な階層化がモニタリング作業を効率的に行うために最重要であることが判った。その他、プロット面積、設定費用の影響などについて検討を加えた。これらの結果が A/R CDM 事業者の参考となれば幸いである。

この現地調査は、(財)国際緑化推進センターが平成 20 年度林野庁委託事業、「CDM 植林総合推進対策事業—技術ガイドラインへの対応指針作成等及び

人材育成」の一部として、2008 年 8 月 24 日～9 月 3 日に実施した。なお、調査の方法については、予め清野嘉之氏 (森林総合研究所) 及び佐藤明氏 (東京農業大学) のアドバイスを受けたことについて感謝をします。

2. 調査植林地の概況

調査植林地は、インドネシア南カリマンタン州に位置する保護林指定の植林地 (エプソン環境と友好の森) を利用した。調査林地は 2000 年から 4 年間に植栽 (植栽は同年 11 月～翌年 2 月) された計画面積 300 ha の植林地で、植栽樹種はマホガニーを主体とし、一部はゴムノキや果樹類である。その林分で、調査時点 (2008 年 10 月) に測定が実行できる大きさと密度となっている区域 (成林地) を、ブロック I, II, III から選んだ。その合計面積は 165 ha であった (表 1)。計画植林面積の 5 割強しか測定対象とならなかったのは、①測定樹種をマホガニーに限定したこと、②2004 年 7 月～12 月に大火災が発生して、ブロック II, III の 5 割以上は被災したこと (図 1)、③ゴムノキ植林が多くかつ火災被害が大きかったブロック IV を除外したことによる。さらに、火災被害地については、その後再植林されているが、成績が不良な箇所、植林木がまだ小さい箇所が多かったなどの理由による。

以上のようなことから、測定林分は、①無被害の健全林、②一部に火災被害後の生残木が混じる補植

Tokunori Mori, Eiichiro Nakama : A Trial of Monitoring for Carbon Stock Estimation in A/R CDM Project. — In Case of “EPSON Eco-Friendship Forest”, Indonesia —
(財)国際緑化推進センター

表 1 植栽年度（ブロック）別の計画面積と植林面積（ha）

	植栽年	計画面積	成林面積
ブロック I	2000	100	80
ブロック II	2001	100	20
ブロック III	2002	70	65
ブロック IV	2003	30	—

林、③ 全面再植林地及び果樹やゴム林からマホガニー林への改植林に限定した。なお同じ再・改植林地でも、植林後活着や成長が不良で、現状では無蓄積と判断される林地は除外した（地図 1 参照）。マホガニーは 3m×6m の疎密度（555 本/ha）で植栽されているが、一部に 1.5m×6m の高密度区（ブロック III の一部）が含まれている。

このような複雑な林分状態にある植林地において、モニタリング時に定められた測定精度を維持しつつ、効率的にモニタリング作業を行うための階層の分け方、及びサンプルプロットの面積と数、永久サンプルプロットの配置法などについて検討した。

3. モニタリングの精度と手順

炭素蓄積量推定の精度は、当初は大規模及び小規模プロジェクトの全てで、t 分布の信頼区間 95%、許容誤差が平均値の 10% 以内であることが求められていた^{2,3)}。しかし最近になって公表あるいは改訂された多くの方法論では、t 分布の信頼区間が 90% の値を用いることになっている⁴⁾。ここでは 95% と 90% の両者について検討する。

この精度を効率的に得るために、A/R CDM の方法論やガイドラインでは以下のような手順でモニタリングを実施することが推奨されている。

- 1) 樹種、植栽年、成長状態によるプロジェクト林分の予備的階層化（木の大きさの等しい林分に区分け）。
- 2) 階層内の蓄積のばらつき状態を知るために予備サンプルプロットを設置し、毎木調査。
- 3) 予備調査した蓄積量の分散から予備階層の最終決定とその分布と面積の決定。

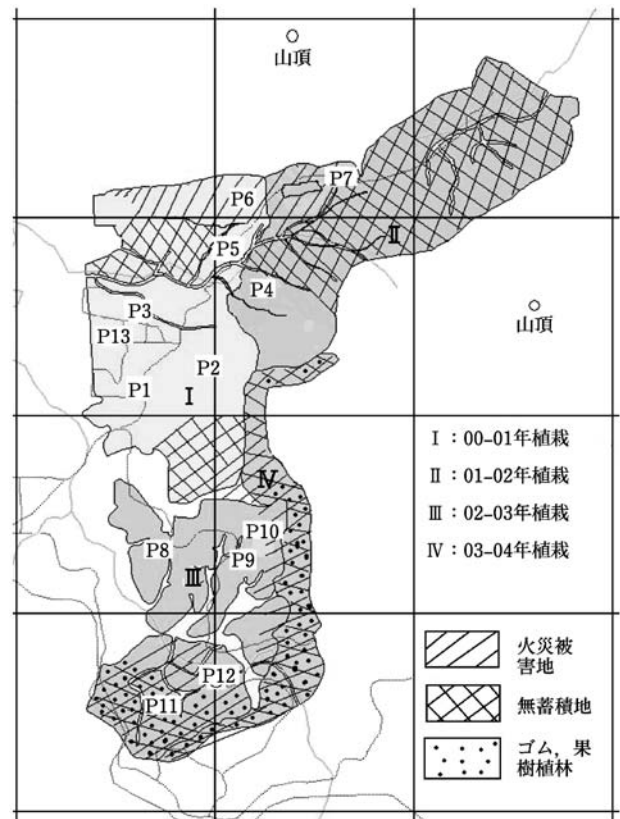


図 1 調査植林地の現況

P1～P3：予備調査プロット

- 4) 上記精度を用いた統計的手法による階層別の永久プロットの数の決定。

プロット数が非常に多くなった場合には効率的な永久サンプルプロット数になるように階層の再区分けを試みる。

- 5) 各階層の永久サンプルプロットの系統的でランダムな配置
- 6) この永久プロット内の各種パラメータ（樹種、本数、胸高直径、樹高など）の測定と炭素蓄積量の計算

以下この手順に従って、調査地の事例を紹介する。

1) 階層化

階層化は、プロジェクト計画書（PDD）における炭素蓄積の事前予測では、樹種や植栽年によりわけることが一般的である。ここではマホガニー植林地

の植栽年の違いにより、ブロック I, II, IIIに分けられている。しかし現時点での成長状態は植栽年より、火災被害の影響の方が大きく表われていた。そこで第一次の予備階層としては、①火災被害の有無により、無被害地 (PS1) と被害地に分けた。さらに②被害地は無被害の残存木も存在するが補植も行われている軽被害地 (PS2) と全面再植林された重被害地に分けた。③重被害地はさらに 100% 再植林され、調査時に測定可能な大きさまで成長している区画 (PS3) と再植林後も成績不良で本数が極端に少ないか、樹高が 2m に達していない無蓄積地 (PS4) の 4 つに予備階層をわけた。なお、ここで PS4 は測定対象外である。

2) 予備サンプルプロットの設定

予備調査のために植栽年を考慮しつつ PS1, PS2, PS3 の 3 階層に各 3~6 箇所の予備調査プロットを設定した (図 1)。それぞれの階層に割り振ったサンプルプロットは表 2 の通りで、総数は 13 プロットである。サンプルプロットの大きさは、IPCC (GPG-LULUCF) では 100 m² (高密度林)~1,000 m² (疎林) 程度の広さが推奨されているが、ここで

は植栽密度が 555 本/ha と低いので、通常の測定プロット面積よりやや広い 800 m² (約 50 本のサンプル木) とした。

マホガニーは幼時にマホガニーマドラメイガによる被害を受けるため、株立ちしやすい傾向がある。根元から複数の幹が分岐している場合は、明らかに優劣がある場合は、優勢幹を測定し、一方ほぼ同程度の直径で優劣の判断ができないときは、全ての幹を一つの個体として測定した。したがって、火災被害のない健全な場所では、植栽間隔から計算される植栽密度より立木本数は高密度になっている。なおプロット 9 と 12 は、上述したように、それ以外のプロット 2 倍の植栽密度 (1.5m×6m) となっている。また、表 2 には参考に、各プロットの火災被害状況、生育状態、プロット設置域の地形及び補植木の割合などを示した。

各プロットの平均胸高直径は表 2 の通りで、プロットごとの植林木バイオマス量は胸高直径をパラメーターとした森川ら⁵⁾ の下記バイオマス相対成長式(1)から推定した。

表 2 予備階層中の調査プロットの現況

階層	プロット	植林地現況		本数/ha (補植木%)	平均直径 (cm)	バイオマス (t/ha)
		ブロック	火災被害等現況, (地形)			
PS1	P1	I	無被害 健全 (緩斜面)	752 (0)	11.2	46.34
	P2	I	無被害 健全 (小尾根地)	599 (0)	10.3	25.86
	P3	I	無被害 健全 (下部平地)	805 (0)	11.8	50.22
	P4	II	無被害 健全 (斜面)	810 (0)	10.6	41.43
	P8	III	無被害 健全 (小尾根地)	694 (15)	6.8	14.12
	P9	III	無被害 健全, 高密度 (斜面)	1,160 (0)	9.2	45.92
PS2	P7	I	軽被害 残存木多 (下部平地)	410 (35)	8.8	11.15
	P10	II	軽被害 残存木含 (斜面)	505 (60)	5.9	6.96
	P12	III	重被害 全改植木健全 (斜面)	587 (100)	5.2	4.20
	P13	III	軽被害 残存木含, 高密度 (斜面)	1,086 (80)	4.7	13.49
PS3	P5	BI	重被害 全面改植 (中部平地)	301 (100)	2.0	0.19
	P6	BI	重被害 全面補植 (緩斜面)	400 (100)	3.6	1.22
	P11	BIII	重被害 全面改植 (小尾根地)	481 (100)	2.3	0.37
PS4		BI~III	重被害地+補植木生育不良: 無蓄積のため予備プロットなし			

$$DW = A \times (D^2)^B \dots\dots\dots(1)$$

DW : 地上部+地下部バイオマス量 (kg/本)

D : 胸高直径 (cm)

A, B : 相対成長式の係数

$$A = 0.08865, \quad B = 1.291$$

プロット当たりのバイオマス量を求めた後、プロット面積から ha 当たりのバイオマス量を算出した (表 2)。

3) 予備調査の結果を用いた階層化

この予備調査に基づいて、① 上述の予備階層化 (PS1~PS3) の外に、② 火災被害の状態を中心とし、それに無被害地のバイオマス量を加味した A 階層化 (AS1~AS4)、③ 現存バイオマス量の多少 (>40t/ha, 10~40, <10) のみによる B 階層化 (BS1~BS3) の 3 種類の階層化について、以下のプロット数計算を実施し、その結果から妥当な階層の選択をすることとした。

4) 階層の種類別の永久プロット数の決定

プロット数決定ツール³⁾にある次式(2)と(3)を用いて、A/R CDMの方法論が定める精度を得ることのできる全域のプロット数及び階層別のプロット数を算出してみた。

全域 (165 ha) の永久プロットの数に次式(2)による。

$$n = \frac{\left[\sum_{i=1}^l N_i \cdot st_i \right]^2}{\left(N \cdot \frac{E_1}{z_{d/2}} \right)^2 + \sum_{i=1}^l N_i \cdot (st_i)^2} \dots\dots\dots(2)$$

n : 永久プロット総数 i : 階層数

$$N = A / A_p : \text{プロジェクト総面積/プロット面積} = 165 / 0.08$$

$$N_i = AS_i / A_p : \text{各階層面積/プロット面積}$$

$$E_1 : \text{許容誤差} = \text{バイオマス総平均値の} 10\% = 19.68 / 10$$

$$z_{d/2} : \text{有意水準} 95\% \text{ の } t \text{ 分布値} = 1.96, \text{ 有意水準 } 90\% \text{ の時の } t \text{ 分布値} = 2.576$$

St_i : 各階層の標準偏差

階層ごとのプロット数 n_i は次式(3)による。

$$n_i = \frac{\left[\sum_{h=1}^l N_h \cdot st_h \right]^2}{\left(N \cdot \frac{E_1}{z_{d/2}} \right)^2 + \sum_{i=1}^l N_i \cdot (st_i)^2} \dots\dots\dots(3)$$

n_i : i 階層の永久プロット数

この計算式に必要なパラメーター (階層面積, バイオマス蓄積量の階層内 (プロット間) 標準偏差は表 3 の通りである。また, 全域の推定平均バイオマス量 (Σ (階層面積 \times 平均値)/全面積は 19.68 td.m./ha であった (d.m.: 乾燥重量)。

そこで, 式 (2, 3) 及び表 3 の値を用いて, 3 つの階層化法ごとのプロット数を求めた結果は表 4 の通りである。t 分布の有意水準 95% と 90% は前述の通り, 適用する方法論によって異なっているが, 将来は 90% に統一されるものと考え。表から明らかなおと, 90% 水準では, 95% 水準のおよそ 7 割の永久プロット数となる。なお, ここでプロットの数に階層別と総数で一致しないのは, 階層別の値 (n_i) は少数以下を切り上げて, 1 プロットとしたためである。

この結果から明らかなおと, 予備階層化法では, 永久プロットの数に異常に多くなってしまった。そこで特にプロット数の多い PS1 をバイオマス蓄積量の大きさで 2 分割した AS 及び BS の階層化 (AS1, 2 及び BS1, 2) にすると, ほぼ妥当な数の永久プロット数となった。言い換えれば階層分けの要点は, 階層内のバイオマス蓄積量 (胸高断面積合計などを用いても可) の標準偏差を小さくすることである。

そこで, この調査事例を用いて, 標準偏差とプロット数の関係を求めたのが図 2 である。これから明らかごとく, 標準偏差 (st) が 10 を超えると急速にプロット数が増えるといえる。標準偏差は標本の大きさによって変わるので, これを変動係数 (標準偏差/平均値) で表すと, 10/19.68 = 約 0.5 となる。したがって, 階層化する場合の標準偏差の大きさの目安として, 変動係数が 0.5 以下になるようにすると, 必要な永久プロット数を少なく押さえることができそうである。

表 3 3種類の階層分けとそれぞれの面積, 予備プロットの番号及び ha 当たりのバイオマス蓄積の平均値とプロット間標準偏差

階層	面積 (ha)	各階層に含まれる予備プロット番号	バイオマス蓄積 (t d.m./ha)	
			平均値	標準偏差
① P 階層 (予備階層)				
PS1	110	1, 2, 3, 4, 8, 9	36.50	14.191
PS2	35	6, 7, 10, 12, 13	7.26	5.050
PS3	20	5, 11	0.25	0.212
② A 階層 (火災被害中心+無被害林をバイオマス蓄積量で2分割)				
AS1	60	1, 3, 4, 9	45.28	3.156
AS2	50	2, 8	18.95	7.283
AS3	35	6, 7, 10, 12, 13	7.26	5.050
AS4	20	5, 11	0.25	0.212
③ B 階層 (バイオマス蓄積量のみ)				
BS1	60	1, 3, 4, 9	45.28	3.156
BS2	55	2, 8, 12, 13	15.70	5.786
BS3	50	5, 6, 7, 10, 11	2.40	2.495

表 4 階層の種類別の永久プロットの総数及びその各階層への配分

階層の種類	t 分布の有意水準 95% の時					t 分布の有意水準 90% の時				
	プロット総数	各階層への配分				プロット総数	各階層への配分			
		1	2	3	4		1	2	3	4
PS	104	93	11	1		74	67	8	1	
AS	20	5	10	5	1	14	4	7	4	1
BS	15	5	8	3		11	4	6	2	

5) 永久プロットのランダム配置

次に最も数の少ない永久プロットですむ BS の階層化を選んだとして, その場合のプロットの配置について, 方法論ツールの推奨する方法³⁾, システムチックランダム配置を試みた。ここでは 90% 水準の場合の永久プロットの各階層内配置について検討した。まず地図上に 250 m ごとの格子線を張り巡らし, その交点に必要な数の永久サンプルプロットを配置するようにした (図 3)。しかし, ここで選んだような比較的狭い面積である上に, 階層が複雑に散らばっている様な条件では, 全くランダムにプ

ロットの出発点と選択方向を決める方法だけでは, 地理的に偏りが生じる可能性が大きい。そこで地理的な偏りが生じない程度の補正を若干行うこととした。その結果選んだ永久サンプリングプロットは図 3 の通りである。なお, 各階層に 1 箇所ずつ予備プロットを設定した。また, 交点が階層の境界に近いときは, プロット境界が階層境界内に入るように, ツール方法に従い中心方向に移動して設定することとする。

6) 炭素蓄積量の計算

ここで設定した永久プロットにおいて, 直径など

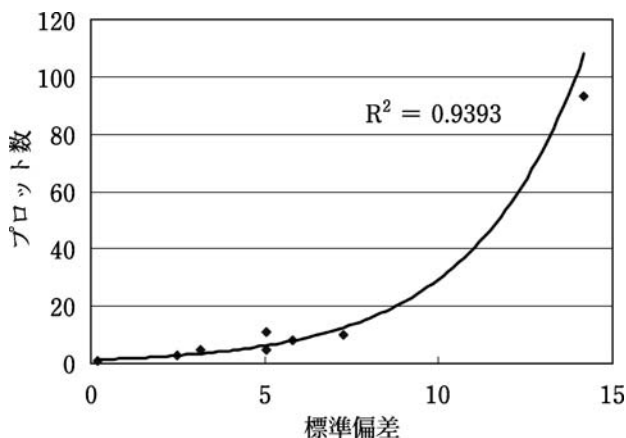


図 2 階層内バイオマス蓄積の標準偏差と必要プロット数の関係

の毎木調査を実施して、その結果に基づいて各階層のバイオマス蓄積量から炭素蓄積量を計算し、プロジェクト CO₂ 吸収量を査定するのであるが、今回はそこまでの調査ができなかった。代わりに、仮に上記表 3 の 3 種類の予備階層に分けた場合の予備プロット調査値を代用して、プロジェクト全域 (165 ha) の 2008 年秋現在のバイオマス蓄積量を推定したとすると、表 6 のとおりとなった。これに炭素係数 (0.5) を乗ずれば、炭素量となり、さらに炭素量に 44/12 を乗ずれば CO₂ 量となる。

B 階層法 (及び A 階層の 90% 水準) の永久プロット数は予備プロット数 (13 箇所) と大差ない上に、その位置 (図 1 と 3 参照) も両者間で似ているので、ここで得られた AS, BS のバイオマス蓄積量はほぼ妥当な推定値といえるだろう。仮に現時点で成林している区域のバイオマス蓄積量を 3,700 t d.m./165 ha とすると、ha 当たり 22.4 t d.m., 仮に植林年月が 2001 年 1 月～2003 年 1 月とすると、2008 年 8 月は平均 6.5 年生程度であるので、年平均の蓄積量は約 3.4 t d.m./ha となる。以上を CO₂ に換算すると、それぞれおおよそ 6,800 t CO₂/165 ha, ha 当たり 41 t CO₂/ha, 年当たり 6.3 t CO₂/ha・年となった。熱帯のマホガニー植林地としては、通常半分程度の低い値となったのは、① 植林密度が 555 本/ha と通常 1/2 から 1/3 であること、② 火災被害が甚大で

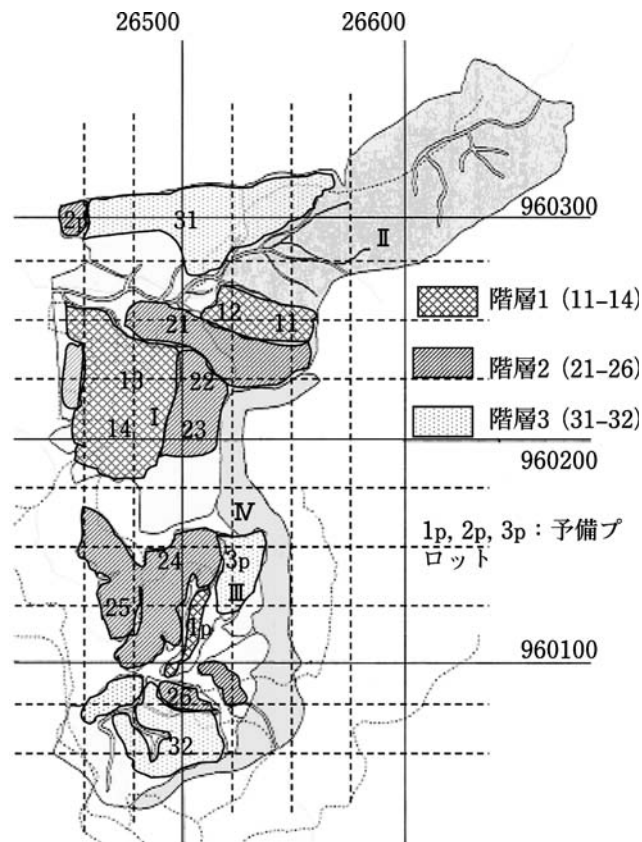


図 3 BS 階層分けした場合 (t 分布有意水準 95%) の各階層の永久プロットのランダム配置の例

表 5 予備階層別のバイオマス蓄積量 (t d.m./165 ha)

予備階層	PS	AS	BS
バイオマス蓄積量	4,274	3,923	3,700

あったこと、③一応平均 6.5 年生としたが、実際は再植林木がかなり含まれていて、現実林齢はそれより若いことが挙げられる。

4. その他モニタリング時に考慮すべきこと

1) プロジェクトの総面積について

プロジェクト総面積 165 ha の植林地を例として、階層分けと永久プロット数の関係を求めてみた。仮にこのプロジェクト総面積が 10 倍の 1,650 ha であったとして、その他の条件を全く同じにして、計

算を試みた結果は、プロット数には、プロジェクト面積は影響しないことがわかった。ただし、現実の林分では、プロジェクト面積や階層の面積が大きくなると、自然条件の均一性が小さくなるので、階層内の標準偏差が大きくなるのが普通であるので、結果としてプロット数は増えるであろう。

2) 労力と費用について

調査地は林内に適度な道路網がある上に下草も少なかったため、この調査を実施するに当たっての調査日数は植林地全体の概況調査(0.5日)を含めて3日間であった。測定チームは7名(技術者3名、補助者4名)で行った。プロット位置選定後の周囲距離、測定木マーキング、胸高直径、10本程度の樹高測定など一連の作業には20分～60分(下草繁茂地)を要した。

次にプロット数決定ツールでは、プロット設定費用を組み込んだプロット数算出式(式省略)を提唱している³⁾。その式ではプロット設定費用が高い階層のプロットの数を押さえ、代わりに設定費用の安い階層のプロットの数を増やすようになっている。仮に一つの階層が他の階層の2倍及び10倍のプロット設定費用が必要であったとして、上記の結果を用いてプロット数の計算をした結果では、費用差が2倍の場合、高費用の階層のプロット数は約10%減少したが、安価な階層のプロット数が増加し、全体のプロット数は3%増となった。10倍の費用差を想定した場合には、それぞれ45%減と33%増となった。したがって、設定費用が2～3倍程度で、費用に大差がないときは、特に費用を考慮した計算式を使う必要がないと思われるが、費用が数倍以上の差があるときは、費用を組み込んだ式を選ぶと、全体のモニタリング費用が安価に抑えられる可能性があるといえる。

3) サンプルプロット面積の大きさ

モニタリング用プロット面積の大きさは、IPCCのガイドライン(GPG-LULUCF)によると、立木密度によって100m²(非常に高密林)～1,000m²(非常に疎林)を推奨している。統計的にはプロット内の本数が60本以上あれば、無限大と同等のt分布

統計値となるので、この程度の本数がプロット内に含まれることが望ましいと言える。プロットの大きさとプロット内分散は次式(4)の関係にある³⁾。

$$CV_2 = CV_1 \times \sqrt{(A_{P1}/A_{P2})} \dots\dots\dots(4)$$

CV: 変動係数(標準偏差/平均値)

A_p: プロット面積

添え字1, 2: プロット番号

今回の調査を例として、仮にA_{P1}=800m²、その半分の広さのA_{P2}=400m²としたときには、CV₂=CV₁×√(800/400)=CV₁×1.414となる。したがって、面積が半分になると、変動係数は約1.4倍になると言える。このことは仮に平均値が同じであるとすると、半分の面積では標準偏差が1.4倍となることが期待される。すなわち、プロット面積が小さくなると、標準偏差が大きくなり、必要なプロット数は増えることになる。例えば、BSの階層分けを例にとると、800m²プロットでは15プロットが必要であった(表4)が、もし仮にバイオマスの平均値が同じであったとすれば、400m²プロットでは、理論上は15×1.4=21個のプロットが必要になることになる(この調査事例でも、800m²予備プロットを仮に400m²に2分割して計算した結果、400m²プロットの場合には、必要永久プロット数は増加した)。

5. まとめ

適切な階層化はより安価で、効率的にバイオマス蓄積量を推定するための要であるといえる。PDD作成時に設定した階層(樹種、植栽年等)に加えて、モニタリング時の成長状態(火災など被害や補植など管理事項、立地条件)を加味した予備階層内に、複数の予備サンプルプロットを設置し、予備調査を実施する。サンプルプロットの間隔は測定木の数が50本前後を含む程度広さにする。予備調査により階層内蓄積量のばらつき状態(プロット間標準偏差)を調べ、必要であればこの標準偏差が小さくなるように階層を再編成することが望ましい。この標準偏差が大きいと必要プロット数は指数関数的に増加す

る(図2)。

この調査は林分モニタリングの前半部分だけである。この後の作業として、永久プロットの設定(GPSで図上設定、現実林分にはそれとわかる標識、例えば杭やマーキングをすることは禁じられている)と毎木測定、及び階層ごとの面積の測定(今回は図面上で推定)がある。これらの作業を加えると全体で、最低でも6~7日ほどの現場作業日数が必要となるだろう。その他にモニタリングにおいては、この林分バイオマス調査以外の調査、例えばバウンダリー調査、リーケージ調査、植林木以外の炭素プール(枯死木、落葉など)を計上している場合には、それらの変化量の調査などが加わる。小規模A/R CDMプロジェクトなどでアグロフォレストリーなどが対象となっていると、樹種、施業種などが単純でないことが多いので、モニタリング-検証の実施にもかなりの負担が生じる可能性が大きいよ

うである。モニタリング方法論のさらなる簡素化が今後行われることを期待したい。

〔引用文献〕 1) UNFCCC-CDM (2009) A/R CDM Project activities. <http://www.cdm.unfccc.int/projects/validation/index.html> 2) UNFCCC-CDM (2009) A/R CDM methodologies. <http://www.cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/index.html> 3) UNFCCC-CDM (2009) Calculation of the number of sample plots for measurement within A/R CDM project. <http://www.cdm.unfccc.int/Reference/tool/index.html> 4) UNFCCC-CDM (2009) SSC A/R CDM methodologies. <http://www.cdm.unfccc.int/SSCmethodologies/SSCAR/approved.html> 5) 森川 靖, 平塚基志 (2004) 東ジャワにおける商業材のバイオマス評価. 植林適地等把握調査(平成15年度実行報告書), 国際緑化推進センター

熱帯林業関係テキスト

国際緑化推進センター刊行

1. 熱帯の造林技術 浅川澄彦著 1999年改訂 A5判 117p
2. 実践的アグロフォレストリー・システム 内村悦三著 2000年改訂 A5判 116p
3. 熱帯地域における育苗の実務 山手廣太著 1994年補訂 A5判 130p
4. 熱帯の土壌 —その保全と再生を目的として— 八木久義著 1994年 A5判 160p
5. 熱帯の非木材産物 渡辺弘之著 1994年 A5判 109p
6. 熱帯の森林病害 小林享夫著 1994年 A5判 166p
7. 熱帯の森林害虫 野淵輝著 1995年 A5判 263p
8. 熱帯樹種の造林特性 巻1~3 森徳典他編 1996/97年 A5判 255~300p
9. マングローブ植林のための基礎知識 馬場繁幸・北村昌三著 1999年 A5判 139p
10. 社会林業—理論と実践— 野田直人著 2001年 A5判 126p
11. みんなに知ってほしい 地球環境と森林 浅川澄彦・森徳典著 2002年 A5判 29p
12. Handbook of re/afforestation in the Tropics
by S. Asakawa (テキスト1の英訳版) 1998年 A5判 119p
13. Diagnostic Manual for Tree Diseases in the Tropics
by T. Kobayashi 2001年 A5判 178p. 病徴カラー写真 426葉