

森林生態系多様性基礎調査データを用いた森林タイプ分類手法の検討^{*1}北原文章^{*2} ・ 加治佐剛^{*3} ・ 溝上展也^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*3}

北原文章・加治佐剛・溝上展也・吉田茂二郎：森林生態系多様性基礎調査データを用いた森林タイプ分類手法の検討 九州森林研究 64：135-137, 2011 わが国では、1999年度より全国を対象とした森林資源モニタリング調査（現 森林生態系多様性基礎調査）が行われている。この調査点の森林タイプ毎の統計値と、衛星画像を用いた広域推定が期待されているが、その分類手法はほとんど検討されていない。そこで本研究では、広域推定を前提とした森林タイプ分類を行った。その結果、人工林や二次林植生タイプの分類は可能であったが、広葉樹が混交しているため、優占種を基にタイプ分類が不可能な森林タイプも多く存在した。今後、分類体系の確立や、環境要因を考慮した分類方法でタイプ分類を行う必要が示唆された。

キーワード：森林資源モニタリング調査、森林生態系多様性基礎調査、森林タイプ

I. はじめに

1992年の国際環境開発会議（UNCED）において提唱された「持続可能な森林経営」を推進し、森林の有する多面的な機能の発揮を図るため、わが国は国際的な取組みであるモントリオールプロセスに参加するとともに、その基準・指標に対応すべく1999年より森林資源モニタリング調査を実施してきた。2010年度より、生物多様性に関する調査項目を追加した上で、全ての森林に対して国が一括して調査を行うこととなり、調査事業名が森林生態系多様性基礎調査（以下、NFI）へと変更された。

モントリオールプロセスの基準1「生物多様性の保全」では、森林タイプ別の面積、基準5「地球的炭素循環への森林の寄与の維持」では、森林タイプ別の炭素蓄積量が要求されている。アメリカの国家資源調査（FIA）における森林タイプは、生態的まとまりのある地域毎に分類体系（SAF System）から分類が行われており（Hansen *et al.*, 1992）、フィンランドを始め欧米各国ではNFIデータを用いて分類された森林タイプからk-nearest neighbor法により、Landsat画像を用いて広域推定する手法が広く用いられている（Tomppo *et al.*, 1999; Kajisa *et al.*, 2008）。2009年度に発表されたわが国の国別レポートでは、NFIプロットにおける断面積合計割合が最も高い樹種を優占種とする森林タイプとして分類されているが、その森林タイプ分類が科学的に妥当であるか、また広域推定が可能な分類であるかといった議論はなされていない。

そこで本研究では、欧米で広く行われているようにLandsat画像による広域推定を前提とし、NFIデータを用いた森林タイプ分類手法の検討を目的とした。本研究では、国別レポート同様に断面積により優占種を決定するが、Landsat画像との対応を考慮して、ある程度林冠を構成する樹種を優占種と定義し、さまざまなデータセットから森林タイプ分類手法を試行した。なお、本

研究は農林水産省依託研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」のため行った。

II. 方法

九州管内において1999年～2003年に行われた第1期NFIデータ（1561 plot）を用い、森林タイプ分類を行った。前田ら（2004）の森林タイプ分類では、優占種が不明である広葉樹混交林が多く出てくることが報告されている。そこで、各林分における立木のha当り断面積割合（Basal Area Ratio 以下、BAR）が上位100%から10%区切りでBAR上位10%まで10個のデータセットを作成し、樹種毎のBARによってクラスター分類（ユークリッド距離、ward法）を行った。クラスター分類を行う際、樹形図（図-1）のどこで分類するのかが分類者によって決められる。そこで本解析では、樹形図の高さ（以下、樹形図高）を固定し、5000、4000、3000、2000、1000、500の6通りの樹形図高で分類を行い、それぞれの森林タイプを決定した。また、各樹形図高においてBARの異なる10個のデータセットから、分類された森林タイプがどれだけLandsat画像と対応しているか確認するために、2002年7月12日に観測されたLandsat/ETM+画像（図-2、幾何補正済み）を用い、九州北部（622点）で分類された森林タイプを目的変数、Landsat画像の輝度値（Band1～5, 7, NDVI）を説明変数とする多項ロジスティックモデルを作成し、そのAICによってモデルを評価した。多項ロジスティックモデルとは多項分布を仮定して、複数カテゴリを目的変数として扱えるモデルである。樹形図高毎に、モデルのAICが最も低かったデータセットをLandsat画像と対応する最適なデータセットとし、森林タイプ分類を行った。

^{*1} Kitahara, F., Kajisa, T., Mizoue, N. and Yoshida, S.: Forest type classification using National Forest Inventory data.

^{*2} 森林総合研究所四国支所 Shikoku Research Center, FFPRI, Kochi 780-8077

^{*3} 九州大学農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

表-1. 多項ロジスティックモデルから得られた AIC

樹形図高	Band	断面積割合別データセット (%)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5000	B1	2475	2030	1745	2143	2130	2134	2110	2186	2176	1731
	B2	2473	2029	1744	2143	2130	2134	2109	2186	2175	1732
	B3	2474	2029	1744	2142	2129	2132	2107	2184	2174	1730
	B4	2472	2027	1743	2142	2131	2135	2110	2187	2179	1732
	B5	2464	2026	1741	2139	2128	2129	2105	2181	2172	1728
	B7	2467	2026	1740	2139	2126	2129	2105	2182	2172	1728
	NDVI	2479	2029	1743	2143	2130	2135	2110	2187	2178	1732
4000	B1	2699	2735	2644	2532	2353	2134	2110	2186	2176	2132
	B2	2698	2736	2645	2534	2355	2134	2109	2186	2175	2133
	B3	2698	2735	2645	2533	2353	2132	2107	2184	2174	2131
	B4	2694	2734	2640	2530	2357	2135	2110	2187	2179	2132
	B5	2689	2729	2638	2526	2354	2129	2105	2181	2172	2129
	B7	2692	2731	2640	2528	2352	2129	2105	2182	2172	2129
	NDVI	2701	2738	2645	2535	2354	2135	2110	2187	2178	2133
3000	B1	2994	2904	2824	2706	2985	2910	2817	2963	2880	2691
	B2	2992	2904	2824	2707	2984	2911	2818	2963	2880	2691
	B3	2993	2905	2824	2706	2985	2910	2816	2962	2879	2689
	B4	2989	2900	2818	2702	2978	2906	2819	2961	2880	2687
	B5	2983	2897	2817	2699	2976	2902	2814	2957	2875	2684
	B7	2986	2900	2820	2701	2979	2904	2813	2957	2875	2684
	NDVI	2995	2907	2824	2708	2986	2909	2815	2960	2877	2688
2000	B1	3152	3321	3186	3106	2985	3089	3150	3313	3224	2874
	B2	3150	3320	3187	3108	2984	3089	3151	3313	3223	2874
	B3	3151	3320	3187	3107	2985	3088	3149	3312	3222	2872
	B4	3146	3311	3180	3102	2978	3088	3140	3311	3221	2870
	B5	3141	3313	3178	3101	2976	3083	3137	3307	3216	2868
	B7	3144	3315	3182	3103	2979	3084	3142	3307	3216	2868
	NDVI	3152	3321	3185	3108	2986	3089	3146	3311	3220	2868
1000	B1	-	-	3910	3978	4001	3748	3858	3935	3921	4003
	B2	-	-	3909	3978	4000	3748	3857	3935	3919	4003
	B3	-	-	3909	3977	4000	3746	3858	3933	3918	4003
	B4	-	-	3892	3964	3994	3739	3849	3929	3916	4007
	B5	-	-	3896	3968	3995	3742	3847	3928	3914	4006
	B7	-	-	3902	3973	3996	3744	3851	3929	3914	4005
	NDVI	-	-	3905	3977	4001	3747	3855	3927	3913	4000
500	B1	-	-	4540	4766	4478	4587	4666	4575	4906	4793
	B2	-	-	4538	4766	4478	4587	4666	4575	4904	4792
	B3	-	-	4536	4768	4479	4585	4667	4574	4903	4793
	B4	-	-	4505	4758	4469	4578	4657	4571	4901	4795
	B5	-	-	4513	4761	4472	4578	4656	4572	4900	4795
	B7	-	-	4523	4768	4472	4580	4657	4572	4898	4796
	NDVI	-	-	4521	4775	4473	4586	4663	4563	4897	4792

Note. - ; モデルが収束せず AIC が算出不可能なもの

表-2. 各樹形図高のデータセット別タイプ分類

樹形図高\断面積割合 (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5000	6	4	3	4	4	4	4	4	4	3
4000	7	7	7	6	5	4	4	4	4	4
3000	9	8	8	7	9	8	8	8	8	7
2000	11	12	11	10	9	9	10	10	10	8
1000	22	18	17	16	16	15	15	16	16	16
500	41	33	30	31	26	26	27	27	28	26

Ⅲ. 結果と考察

表-1に、樹形図高毎に多項ロジスティックモデルから評価した各 Band の AIC を、表-2 にそれぞれの分類数をそれぞれ示す。樹形図高 4000 では BAR 上位 70 %、樹形図高 1000 では上位 60 %、樹形図高 500 では上位 50 % のデータセットが、それ以外の樹形図高では、BAR 上位 100 % (全ての立木) を使ったデータセットが最適なデータセットとして評価された。樹形図高 1000 以下のように分類数が増えると、BAR 下位データを棄却し

たデータセットの方が低い AIC を示した。NFI データは 4 km メッシュの交点で調査が行われているが、その位置精度による Landsat 画像のピクセル情報とのずれも考慮しなければならない。しかし、Kitahara *et al.* (2010) によると北部九州における NFI プロットの位置精度は平均 7.6 m 以下という報告があり、隣接するピクセル程度ずれる可能性もあるが、ある程度の森林の連続性と 60 通り全てのモデルに同じ誤差が影響していると考えられるため、本研究では考慮しなかった。樹形図高毎に AIC を比較すると、分類する樹形図高が高い、つまり分類数が少ないほど、ど

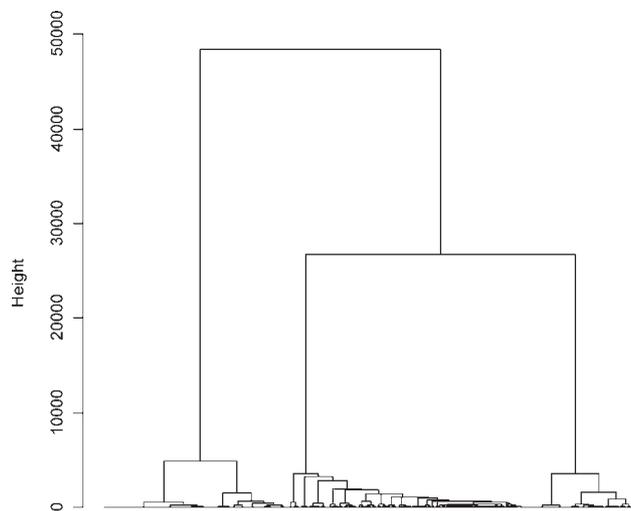


図-1. クラスタ分析の樹形図 (BAR 100%)

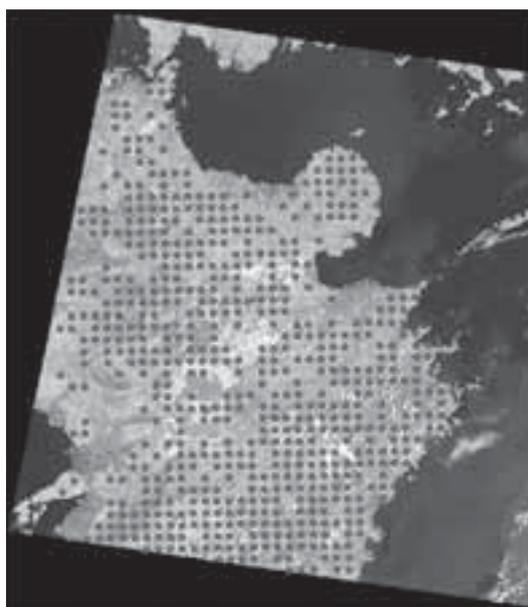


図-2. Landsat/ETM+ 画像 (2002年7月12日観測)
Note. 黒点はNFI調査点を示す

の輝度値でも AIC は低い結果となった (表-1, 2)。このことから、本手法で分類した森林タイプを Landsat 画像で広域推定する際、森林タイプの数が増えると、推定精度も低くなることが示唆される。

分類された森林タイプの構成をみると (表-3)、樹形図高が高い状態ではスギやヒノキは分類されるが、樹形図高が低くなるにしたがい、クスギ、シイ・カシ類、竹類が分類されていった。樹形図高が低くなるほどタイプ数も増え、優占種が確定できない混交林分の割合は減っていったが、スギやヒノキの優占度の低い森林タイプや、2, 3種の混交林などが分類される結果となった。樹形図高を 1000 以下に細分類した結果、スギやヒノキ、クスギ・コナラ・クリ、モウソウチクなど人の手で植えられた森林、もしくはそれが放棄、二次林化した林や、シイ・カシ類といった二次林タイプの森林が分類された。このことから、NFI データを用いることで、ある程度の人為的なく乱を受けた森林タイプはこの手法から分類可能であると考えられる。広葉樹が混交し優占種

表-3. 各樹形図高における森林タイプ割合 (%)

優占種\樹形図高	5000	4000	3000	2000	1000	500
スギ	34.9	28.7	21.1	21.1	28.0	21.3
スギ (優占度低)		10.2	13.7	13.7	5.2	11.8
ヒノキ	21.0	19.4	9.6	9.6	10.8	9.7
ヒノキ (優占度低)						5.7
スギ・ヒノキ			11.5	11.5	14.5	11.0
アカマツ					2.3	2.7
クスギ			1.5	1.5	3.0	1.4
コナラ					1.6	2.2
クリ						0.5
クスギ・コナラ・クリ						1.6
アカガシ						1.4
アラカシ					2.2	2.9
スダジイ					2.5	2.3
タブノキ					2.6	3.1
ツブラジイ				3.9	4.9	2.7
ツブラジイ (優占度低)						1.6
マテバシイ						1.0
モウソウチク			2.5	2.5	2.2	2.0
その他竹類						0.2
広葉樹混交林	44.1	41.7	40.1	36.2	20.2	14.7

Note. 広葉樹混交林が複数に分類された場合はまとめて示す

が決定できない森林タイプについては、分類樹高を低くしていくことで分類は可能であると考えられるが、説明ができないタイプに分類される可能性があり、それらの分類を行うには、さらなる解析が必要である。

IV. おわりに

本研究では、第1期 NFI データを用いた森林タイプ分類を行った。九州地方では広葉樹が混交する優占種不明タイプが多く分類される結果となり、また、多くの森林タイプから Landsat 画像を用いて広域推定することは難しいことが明らかとなった。今後、アメリカの分類体系の様に目標森林タイプを設定し、それに合わせる形での森林タイプ分類や、生態的な側面を考慮した細分類が必要であると考えられる。また、林分密度を考慮した積算優占度や材積から優占種を決定する方法や、樹種や人為インパクト、環境傾度などを序列化した上で序列軸の値から分類する手法なども検討していく必要がある。

謝 辞

本研究は、森林資源モニタリング調査データの提供を九州地区の各関係機関より受け、“森林資源モニタリング調査九州データ利用推進研究会”の活動の一環として行ったものである。各関係機関の方々には厚く感謝の意を表する。

引用文献

- (1) Hansen, H. *et al.* (1992) NJ. Appl. Forest. 9 : 82-89.
- (2) Tomppo, E. *et al.* (1999) Scand. J. For. Res. 14 : 182-192.
- (3) Kajisa, T. *et al.* (2008) J. For. Res. 13 : 249-254.
- (4) 前田勇平ら (2004) 九州森林研究 54 : 203-206.
- (5) Kitahara, F. *et al.* (2010) J. For. Plan. 15 : 73-79.

(2010年10月23日受付; 2011年1月13日受理)