

人工林の管理が森林セラピー機能の発揮にもたらす効果のみえる化

The forest management effect to the function of the forest therapy

加藤悟・花村圭介・菅井径世・小川克郎・小串重治・芝垣正光

KATO Satoru* & HANAMURA Keisuke* & SUGAI Michiyo*
OGAWA Katsuro* & KOGUSHI Shigeharu* & SHIBAGAKI Masamitsu*

*名古屋産業大学環境情報ビジネス学部 Nagoya Sangyo University, Faculty of Environmental Information Business

Abstract: In this study, artificial plantations which are in various management state are focused. What kind of forest management is given? What kind of forest structure is it? How much does the forest have a forest therapy function? Those are the frameworks of this study. A field work result of the management of the artificial plantation and the data of the satellite image are matched. A method to estimate the management situation of the artificial plantation from the data of the satellite image by matching two data is developed.

keywords: Forest management, Forest therapy

1. はじめに

環境保全に係わる企業の社会的貢献（CSR）が期待される中、多くの企業が『企業の森づくり』活動を展開している。その社会的な意義として、地域の生物多様性の保全のほか、森林の生態系サービスのひとつである森林セラピー機能の発揮に注目が集まっており、多くの森林が森林セラピー基地として認定される。森林の生物多様性の保全に係わる自然科学的な既往調査・研究事例は多数に及ぶ一方で、森林セラピー機能の評価に関する先行研究は少なく、特に森林管理の違いにより森林がヒトに及ぼす生理作用への影響についての科学的データの蓄積は十分ではない。

本研究では、様々な管理状態にある人工林を対象とし、どういった管理が施され、どういった林分構造を呈している森林が、どの程度の森林セラピー機能を発揮しているかの枠組みの中で、まずは人工林の管理の状況を現地調査と、衛星画像のデータをマッチングさせることにより、人工林の管理状況を衛星画像のデータから推測する方法を開発する。

森林調査では、森林の管理状況についての現地調査をしながら、アンケート調査と血圧測定などを行ったが、今年度は測定データが不足しているため、今年度は林分構造を特定することに研究の主眼をお

いた。本報告では、矢作川流域の森林調査と衛星画像データのマッチングにより、森林の管理状態を簡易に推測する手法開発について報告する。

2. 日本の森林管理

日本の森林のうち約4割は人工林である。特にスギ、ヒノキは戦後に始まった造林事業で日本全国で植林された。この二種は早く育つので林業を目的として植林するこのような樹種が選定された。これらの針葉樹は保水力が低く、山の土壌痩せの原因になっている。また、日本が経済成長をするにつれて世界の中での経済力が高まり、多くの木材を輸入するようになっていった。こうした時代の変化で植林をした山の手入れをする必要なく、森林に人間が関与・管理しなくなった。そのため、放置された森林は間伐されず過密林となり、樹木が互いの成長を阻害し合うために、樹木は細長く育ち、下草なども十分に成長せずに、薄暗い不気味な森林になっていった。

これらの森林は、実際に入ってみると薄暗く気持ち悪い森林になっている。健康な森林では、適度に間伐が行われることにより、地表に光が差し込み、明るい森林になっており、地表からは様々な草木が芽吹き、多様な生態系となっている。通常森林セラ

ピーとして利用される森林は、過密林ではなく、適切に間伐され、地表から草木が育っている森林である。

3. 森林の健康度調査

今回の森林調査は「第8回矢作川森の健康診断」とタイアップして実施した。矢作川森の健康診断は、矢作川の水源の人工林がどのくらい荒廃しているのかを調査するため、市民団体「矢作川水系森林ボランティア協議会（矢森協）」が森林研究者に呼びかけて、全国に先駆けて平成15年に始められた。平成24年6月2日に第8回矢作川森の健康診断が実施された。

図1に第8回森の健康診断の調査地点を示した。調査地点は、岐阜県恵那市南部と愛知県豊田市北部にまたがる。図で、赤丸がスギ林であり、青丸がヒノキ林である。スギ林15箇所、ヒノキ林34箇所の合計49地点であった。

調査項目は次の通りである。

【植生調査】

25 m²の正方形の枠内で行う。

- ・ 標高
- ・ 斜面の方位と傾斜角
- ・ 高さ1.3m以上の木の胸高直径
- ・ 種数
- ・ 被覆率（5段階評価）
- ・ 落葉層の被覆率（3段階評価）
- ・ 腐植層の被覆率（5段階評価）

【混み具合調査】

100 m²の円内で行う。

- ・ 上層樹高（上層木の高さ）
- ・ 平均樹高（平均的な胸高直径の木の高さ）
- ・ 相対幹距（樹高と本数密度の比）
- ・ 形状比（幹直径と樹高の比）



図1 調査地点（樹木別：赤・スギ、青・ヒノキ）

これらの調査結果のうち、林分形状比、本数、相対幹距、樹間距離の測定結果を図2aと図2bに示した。

地点	地点番号	林分形状比	本数	相対幹距	樹間距離
As	1	74.97916667	1200	14.15074189	2.886751346
Ab	2	72.72727273	1400	14.44655362	2.672612419
Ac	3	80.41237113	1300	17.4434024	2.773500981
Ad	4	49.35483871	600	27.03631063	4.082482905
Ae	5	66.17647059	700	15.30220538	3.77864473
Ba	6	55.27118644	600	21.60043865	4.082482905
Bb	7	72.22222222	1900	18.14997895	2.294157339
Bc	8	66.4	1800	11.86458175	2.357022604
Bd	9	100	1300	12.00649775	2.773500981
Ad	10	86.66666667	2000	12.58217965	2.236067977
Ae	11	81.42857143	1700	14.97133488	2.42535625
Aa	12	84.16666667	900	16.66666667	3.333333333
Ab	13		700		3.77964473
Ac	14	65.04065041	1400	14.53296585	2.672612419
Ba	15	84.13043478	1500	13.06674543	2.581988897
Bb	16	90.52631579	1600	14.20454545	2.5
Bc	17	88.23529412	2100	9.487734358	2.182178902
Ca	18	81.33333333	1400	12.84909817	2.672612419
Cb	19	77.94871795	2000	18.32842605	2.236067977
Cc	20	74.28571429	1200	15.03516326	2.886751346
Da	21	88.38708677	1000	10.71958529	3.16227766
Db	22	83.72093023	1200	13.06223238	2.886751346
Dc	23	90.90909091	1000	10.43655993	3.16227766
Ea	24	86.66666667	1400	14.93079564	2.672612419
Eb	25	74.81481481	1100	14.83647304	3.015113446

図2a 調査結果1

地点	地点番号	林分形状比	本数	相対幹距	樹間距離
Ec	26	55.08196721	500	26.61985687	4.472135855
Ed	27	128.5	2800	7.907206548	1.889822365
Ad	29	96.88888889	1800	9.243225898	2.357022604
Ae	30		1200	17.31704467	2.886751346
Bc	31	79.16666667	1500	14.03254836	2.581988897
Bd	32	86.5	1400	13.10104127	2.672612419
Be	33		1600	11.7370892	2.5
Cb	34	78.07692308	700	18.9931896	3.77964473
Cc	35	89	1700	10.63752741	2.42535625
Cd	36	100.8529412	1000	11.78954351	3.16227766
Ce	37		1200	10.49727762	2.886751346
Db	38	82.81690141	800	13.14324872	3.535533906
Dc	39	92.96969697	2500	11.89767995	2
Dd	40	95.81395349	1800	11.06583382	2.357022604
De	41	72.60889565	1000	18.93579437	3.16227766
Ea	42	85.19480519	800	10.71811361	3.333333333
Eb	43	95.83333333	1600	10.28806584	2.5
Ec	44	85.35714286	1300	11.46074786	2.773500981
Ed	45	84.25531915	1400	11.77362299	2.672612419
Ee	46	85.23808524	1100	17.1313264	3.015113446
Cc	47	77.77777778	1500	12.41340816	2.581988897
Dd	48	69.15254237	900	18.51851852	3.333333333
Ec	49	48.66666667	700	20.85379634	3.77964473

図2b 調査結果2

林分形状比は、「樹幹形状比」とも言い、樹高が胸高直径の何倍かで表す。通常80前後が適正とされている。自然状態でこれよりも大きい場合「かんまん」度が高い（ホッソリしている）。

相対幹距は、略号 Sr.と表され、健全な森の密度を求めるときに使用される。上層樹高（木の高さ）に対する木と木の平均間隔の割合が20%程度のとき、健全な森といえる。具体的には、樹高15mのとき、

幹距 3m である。このように管理された森は、自然的な下枝の枯れ上がりが樹高の 50~60%で止まり、枝葉が十分についているために幹の太り方も良くなり、樹幹の「形状比」も 80 前後である場合が多く、健全な森を形成している。

図 2ab に示した調査結果から、林分形状比が最も大きな値は地点番号 27 の 128.5 となっており、相対幹距は 7.9 と最も小さな値となっている。逆に、林分形状比の最も小さな値は地点番号 49 の 48.6 で、相対幹距は 20.6 と相対幹距は健全と言える値が出ている。全体を通して、林分形状比、相対幹距両方から健全と言える地点は 19 番で、その数値は林分形状比が 77.9、相対幹距は 18.3 である。その他のところは不健全な過密林であることが伺える。

4. リモートセンシングデータの活用

森林の実際の様子は、実際に森林に行って調査をしなければ分からない。今回調査した地点でも 100m 移動すれば管理のされ方も異なり、森林の様子も異なる。森林全体で森林セラピー機能を有している森林を探し出すのに、すべての森林を踏破して調査することはできない。

衛星画像などのリモートセンシングデータによって、森林の健康度評価ができれば、森林セラピー機能を有している森林を特定することができる。人工林が森林セラピー機能を発揮する可能性のある地域が特定できれば、森林の管理のしかたについての提言や、森林セラピー候補地の選定が容易となる。

今回は、ASTER(アスター、Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)による衛星画像を用いた。ASTER は、1999 年 12 月に NASA が地球衛星軌道に打ち上げた人工衛星「テラ」に搭載されている、5 つのリモート・センシング・デバイスの一つである。ASTER は電磁波スペクトルにおける、14 の異なる波長において、地球に関する高解像度の像を取得する。観測レンジは、可視光から熱赤外線光の範囲に及ぶ。像の解像度は、波長によって異なるが、15m から 90m の範囲である。

本研究で利用したのは $B_0 \sim B_3$ の 4 バンド分である。この 4 枚の画像のうち B_3 を図に示した。

49 地点の森林調査地点の正確な位置は GPS 測定器によりデータが得られている。ASTER で当該地点のデータ数値を読み出して分析に用いた。読み出しには ArcGIS のデータ値を確認するためのフリーソフトである ASTER DATE VIEWER を利用した。

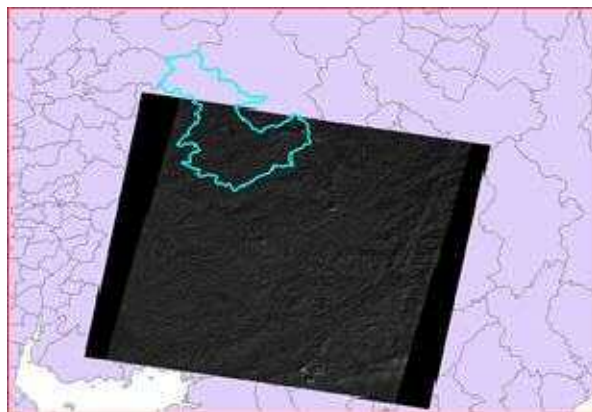


図 3 ASTER バンド B_3 の画像データ

5. 実地調査とリモセンデータのマッチング

リモートセンシング解析においては、バンド毎の値をそのまま解析に用いるのではなく次式のような相対比をもって検討することが多い。農業分野において衛星を利用したリモートセンシング技術を応用した解析技術では、赤外波長と近赤外波長の値を用いて、植物の活性度の指標を NDVI (Normalized Difference Vegetation Index、正規化植生指標) として活用する。これと同様の原理であり、全体のデータ値で標準化することにより、その波長でのデータ特徴を判別しやすくするためのデータ処理である。

$$\hat{B}_0 = \frac{B_0}{B_0 + B_1 + B_2 + B_3}$$

本研究ではこの相対比と現地調査結果との比較分析を行った。スギ林による標準化したバンド 3 の値 B'_3 と相対幹距の相関分析を行ったところ、相関係数は 0.672 となった (図 4)。

また、同じくスギ林において、標準化したバンド 0 の値 B'_0 と「本数×直径×樹高」(つまり林材量) との相関分析による相関係数は、0.646 となった (図 5)。

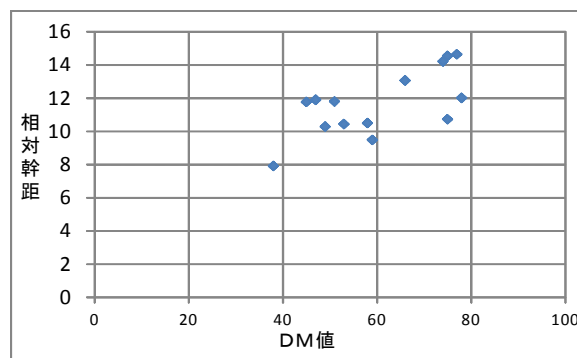


図 4 スギ林における相対幹距とバンド 3 の B'_3

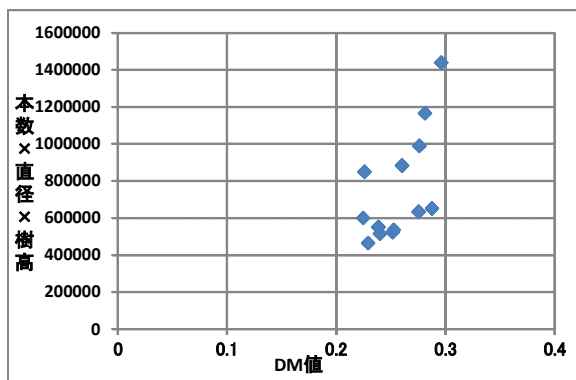


図5 スギ林における林材量とバンド0のB'₀

前述したように相対幹距は 17~20 が適正な森林で、14 未満では超過密林とされる。今回の実地調査地では、スギ林に関しては「超過密林」として判断される場合が多く、健全な森林からの森林セラピー機能を判定するには、やや実地調査値の選定として不十分な面があった。しかし、衛星画像を用いたリモートセンシングデータを活用して、相対幹距をある程度計測できれば、森林セラピー候補地を選定するのが容易となる。

本数×直径×樹高で表される林材量とリモートセンシングデータ値については、相関係数は高いものの係数の絶対値が大きいく、事前判定に用いてよいかどうかは、専門家のエキスパートレビューが必要となるだろう。

6. 森林セラピー機能と森林の健康度の関係

森林の健康度と森林セラピー機能について考察する。スギ林ではないが、相対幹距が 26.6 であったヒノキ林調査地点での調査自由記述欄には、

「木のかおり。春ゼミ。小鳥。手入れされている。」と書かれている。また、相対幹距が 20.1 であったヒノキ林では、

「急勾配であるが間伐が進んでいる。色々な植物がある。すき間が多い。上を見ると空が見えて気持ちいい。」

と書かれている。今回の森林現地調査では生理学的な調査は実施しなかったが、間伐を適切に行い、適切な管理がされている森林は森林セラピー機能が期待できる。

このため、森林の健康度を、衛星画像を用いて見える化ができれば、おおよその森林セラピー機能に見える化することが可能となる。

7. おわりに

本調査・本研究により明らかとなった事項は次のとおりである。

- 1) 恵那南部の人工林のスギ林、ヒノキ林は過密な状態であり、不健康な状態である。
- 2) 過密かつ不健康な理由は、植林後手入れがされず放置されたことにある。
- 3) 健康状態にするには、適度な間伐が必要であり、実地調査をすることによって間伐する本数など計算して求めることができる。
- 4) 森の健康状態と衛星画像データはある種の関連が見られ、森林セラピー機能を衛星画像データから判別できる可能性がある。
- 5) 森林の健康状態と森林セラピー機能には正の相関関係があることが推察される。今後、精緻な分析が求められる。

また、今回の矢作川森の健康診断では、はじめて GPS 調査を導入し、調査地点の正確な位置が特定されることになった。これにより、衛星画像データとのマッチングがなされ、本研究のような分析を行うことができた。また、数年後に継続調査をしようとしたときに、同じ地点での意味ある調査が実施できるようになった。

謝辞

本研究推進にあたり、環境経営研究所の補助を得た。また、「矢作川水系森林ボランティア協議会（矢森協）」にも調査にあたり様々な協力を得た。記してここに感謝する。