

九州各県における年間木材生産量と皆伐地の空間分布の関係性*

山田 祐亮^{*,1}・福本 桂子²

我が国の木材生産量は近年増加している。しかし、この増産分はどのような森林から賄われているのだろうか。継続的な木材供給の可能性を検討するためには、伐採箇所の特徴を明らかにすることが重要である。そこで、九州各県の民有人工林における年間木材生産量と伐採の空間分布（傾斜や道からの距離）との関係を明らかにした。また、林地を空間分布をもとにカテゴリ分けし、年間木材生産量と伐採面積の比率の関係性を線形回帰により示した。その結果、年間木材生産量が多いほど、傾斜が緩やかで道からの距離が短い森林が優先的に伐採される傾向が強かった。木材生産量の増加は、より収益性の高い森林からの供給により実現していると考えられる。この結果は、木材生産量の増加が伐採箇所の偏りをもたらすことを示唆している。全体では森林資源が十分に存在する地域でも、収益性の高い林地において局地的な資源不足が生じる可能性がある。

キーワード：伐採箇所、木材生産の保続、地域森林管理、Global Forest Change

Yusuke Yamada,^{*,1} Keiko Fukumoto² (2023) Spatial Relationships between Annual Timber Productions and Logging Locations in the Prefectures of Kyushu Island. J Jpn For Soc 105: 259-263 In recent years, Japan has experienced a rise in timber production. Nonetheless, it is imperative to determine the origin of this augmented production. To investigate the possibility of a sustainable timber supply, it is essential to elucidate the characteristics of the logged areas. Therefore, we aimed to clarify the relationship between annual timber production and the spatial distribution of logging, including slope and distance from roads, in privately owned planted forests across the prefectures of Kyushu. We classified forest areas based on their spatial distribution and utilized linear regression to demonstrate the correlation between annual timber production and the ratio of logged area. Our findings revealed a strong inclination to selectively log forests with gentler slopes and shorter distances from roads as the annual timber production increased. The rise in timber production may have been achieved through a greater supply from more profitable forests. These results suggest that increased timber production could result in an uneven distribution of logging locations. Even in areas with sufficient forest resources on the whole, there may be localized resource scarcities in the more profitable forest areas.

Key words: logging locations; sustainable timber yield; regional forest management; Global Forest Change

I. は じ め に


我が国の木材生産量は近年、著しく増加している。2002年には1,700万m³に満たなかった国産材供給量は、2021年には約3,400万m³まで急増している（林野庁 2021a）。更には、令和3年に閣議決定された森林・林業基本計画で供給量の更なる増加が計画されており、今後も木材生産量の増加は続くと考えられる。このような状況下で懸念されるのは、急激な木材生産量の増加による資源量の枯渇である。我が国の人工林は50年生を超える人工林の面積が半数を超えており、資源の充実期を迎えたと言われている（林野庁 2021b）。一方で、植栽時から施業システムや社会環境に変化が生じており、今となっては林業経営に適さない林地も少なくない。収益性が期待できる林地のみで林業が営まれると考えると、人工林全体を対象とした見かけの資源量だけでは、利用可能な資源量を過大に評価してしまう可能性がある。例えば車両系林業機械の普及することで、適地である緩傾斜地で高い収益性を見込める代わりに、急傾斜地における施業の頻度が低下すると考えられる。施業システムや社会状況の変化により、伐採されやすい林地も変わり得る（Yamada 2018）。木材の持続的な供給の可能性

を評価するためには、木材生産がどのような場所で行われているかに着目する必要がある。

それでは、近年の急激な木材生産の増加により、伐採地の特徴はどのような変化をしてきたのだろうか。ここで以下の三つの仮説が考えられる。木材生産量の増加により、①収益性の高い林地で皆伐面積が増えた、②収益性の低い林地で皆伐面積が増えた、③人工林全体で皆伐面積が増えた。一つ目の仮説が正しかった場合、特に収益性の高い林地に着目して資源の枯渇を評価する必要があるだろう。二つ目の仮説が正しかった場合、皆伐の奥地化が進んでおり、施業コストの増加が危惧される。三つ目の仮説が正しかった場合、全体から資源量の評価が可能となるが、森林・林業基本計画で掲げられているような収益性の高い林業適地における集中的な木材生産は進んでいないことが示される。

本研究では、上記したいずれの仮説が正しいかを検証するため、年間木材生産量と皆伐箇所の関係性を施業の収益性に着目して検証した。対象地域は国内でも林業が盛んで皆伐による木材生産量が大きい九州地域とした。皆伐施業の収益性は、皆伐地の空間分布（斜面傾斜、道からの距離等）や施業面積、立木のサイズ、施業履歴など、様々な複合的要因の影響を受ける。しかし、すべての要因についてデー

*本内容の一部は、2020年度関東森林学会大会で口頭発表した。

**連絡先著者（Corresponding author）E-mail: yamayu@ffpri.affrc.go.jp  <https://orcid.org/0000-0003-0088-0549>

¹ 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 森林管理研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1（Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan）

² 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 四国支所 〒780-8077 高知県高知市朝倉西町2-915（Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 2-915 Asakuranishi, Kochi, Kochi 780-8077, Japan）

（2022年11月15日受付；2023年5月24日受理；2023年7月1日発行）

©2023 一般社団法人日本森林学会：この著作はクリエイティブ・コモンズのライセンス CC BY-NC-ND（引用を表示し、改変せず、非営利目的に限定）の条件の下で再配布・二次利用が可能なオープンアクセスです。 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja>

タを広域的に収集するのは多大な費用と労力が必要であることから、非常に困難である。本研究では統一的に収集が可能なデータとして、皆伐箇所の斜面傾斜、道からの距離に着目し、年間木材生産量との関係性を県ごとに線形回帰により明らかにした。この二つの空間因子は皆伐作業の収益性に強く影響する。道路に近い森林や緩やかな斜面での操業は比較的収益性が高い (Ezzati *et al.* 2016)。これにより、木材生産に関する林地利用の現状を明らかにし、今後の木材生産の保続を検証するための基礎的な考え方を提供する。

II. 調査地および調査方法

1. 調査地

研究対象地域は、九州地域に属する福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島の7県である。2005年以降の年間木材生産量を見ると、九州全体では増加傾向にあり (図-1)、資源量の面で継続的な木材生産を危惧する声がある (藤掛 2019)。一方で、福岡や佐賀など、年間木材生産量がほぼ変わらない県もある。本研究では地域森林計画対象民有林のうち人工林に着目し、1/50,000 現存植生図 GIS データ (環境省生物多様性センター 2002) および国土数値情報の森林地域データ (国土交通省 2003) から場所を特定した。各県の人工林は、それぞれ異なる空間の特徴を持っている (表-1, J-Stage 電子付録付表-A)。熊本、大分、宮崎、鹿児島の民有人工林面積が比較的大きいグループと、福岡、佐賀、長崎の比較的小さいグループがある。民有林全体に対する保安林面積比率を見ると、福岡が最も高く、鹿児島が最も低い。民有人工林における平均傾斜は、最も低い鹿児島と最も高い宮崎の間には8度の差がある。また、

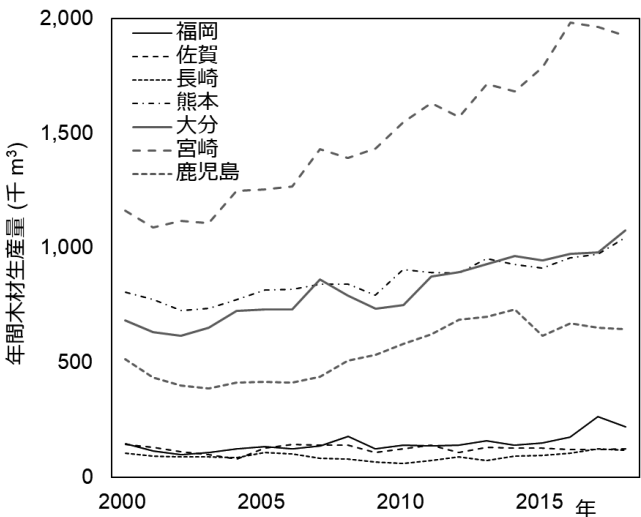


図-1. 九州地域における年間木材生産量の推移

2000年から2013年までは木材統計調査長期累年素材生産量累年統計、2014年から2018年までは木材需給報告書 主要部門別素材生産量 (平成26～30年)の総計を用いた。

道からの距離の平均値も最も小さい佐賀と最も大きい宮崎の間で70 mほどの差がある。これらの条件の違いが、木材生産を行われた林地の条件にも反映されているものと考えられる。また、第1期生態系多様性基礎調査 (1999～2003) のデータ (林野庁 2023) を用いて集計した、九州地域民有人工林における斜面傾斜と道からの距離カテゴリごとの成熟林 (8 齢級以上) のプロット数比率 (表-2) から、対象地では空間分布に関わらず成熟した人工林が半分程度の比率で存在することが推察される。

林地の空間分布として、国土地理院提供の数値標高モデル (DEM) (国土地理院 2020a) から傾斜を算出した。道からの距離は、「地理院地図 Vector (仮称) 提供実験」 (国土地理院 2020b) をもとに、コンサベーション GIS コンソーシアム (2020) が編集・調整した道路中心線データを用いて算出した。道路データは道路法に基づく高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道及び特例都道等で構成され、主要な林道も含まれている。高速道路などの林業には用いられない道路も含まれているが、全体からの比率としては小さいと考え、区別せずに用いることとした。計算には SAGA GIS 7.7.0 を用いた。2000 年から 2018 年までの伐採位置は、Global Forest Change (GFC) データの森林損失データによって特定した (Hansen *et al.* 2013)。先行研究において小規模なスケールでの GFC の精度は低かったが (Yamada *et al.* 2020)、地域スケールでは今回の分析に十分な精度があると考えられる (Linke *et al.* 2017)。GFC データセットにおける森林消失の要因には皆伐のほかに、自然災害や土地利用転換などがあるが、それらの面積は調査地域内では無視できるほど小さい (志水ら 2020)。傾斜、道からの距離、伐採位置は、UTM 投影で 30 m の解像度にラスタ化した。年間木材生産量は木材需給表 (林野庁 2021b) から引用し、県ごとに標準化した。2000 年から 2013 年までは木材統計調査-長期累年-素材生産量累年統計、2014 年から 2018 年までは木材需給報告書 主要部門別素材生産量 (平成 26～30 年) の総計を用いた。すべての計算は、プログラミング言語 Python v. 3.8.1 の Pandas v. 1.0.3 と Geopandas v. 0.7.0 モジュールで行った。

表-1. 各県における対象地の特徴

県	対象地面積 (ha)	保安林面積 比率	平均傾斜 (度)	道からの 平均距離 (m)
福岡	125,892	0.41	28.2	112.0
佐賀	63,527	0.32	26.5	85.2
長崎	91,239	0.23	28.3	141.7
熊本	240,319	0.28	29.2	128.4
大分	208,878	0.30	29.0	135.8
宮崎	231,702	0.29	32.6	155.9
鹿児島	202,793	0.14	24.6	104.9

表-2. 第1期生態系多様性基礎調査 (1999～2003) の集計による九州地域民有人工林における空間分布カテゴリごとの成熟林 (8 齢級以上) プロット数の比率

斜面傾斜					道からの距離				
～10度	～20度	～30度	～40度	40度～	～100 m	～200 m	～300 m	～400 m	400 m～
0.49	0.54	0.56	0.51	0.54	0.42	0.53	0.58	0.51	0.59

2. 解析方法

皆伐地における二つの空間分布と年間木材生産量の関係性を線形回帰により分析した。まず、年間木材生産量を独立変数、各年の皆伐地における平均傾斜度、または道からの距離の平均値を従属変数とし、全体的な傾向を把握した。次に、傾斜 ($0\sim 10^\circ$, $10\sim 20^\circ$, $20\sim 30^\circ$, $30\sim 40^\circ$, $40\sim 50^\circ$), または道からの距離 ($0\sim 100$, $100\sim 200$, $200\sim 300$, $300\sim 400$, $400\sim 500$ m) のカテゴリに民有人工林を区分し、それぞれで皆伐面積の比率を従属変数として線形回帰に当てはめた。調査対象地の 97% 以上がこれらのカテゴリに含まれる。木材生産量が多い年と他の年の間で各カテゴリの皆伐面積比率を比較することで、増産分の木材が供給された林地を明らかにする。本研究では、回帰係数 (a) と決定係数 (R^2) により年間木材生産量と皆伐地の空間分布の関係性を検証した。また、 P 値 0.005 未満で有意性があるものとみなした。各県で結果を比較し、地域ごとの空間的な伐採傾向を明らかにする。

III. 結 果

1. 各県の伐採傾向

木材生産が多い県と少ない県で異なる結果が得られた (表-3, J-Stage 電子付録付図-B)。斜面傾斜に関する回帰係数 (a) は、木材生産量が比較的多い県 (熊本, 大分, 宮崎, 鹿児島) で有意に小さく (絶対値が大きく) なっており、道からの距離に関しても熊本と宮崎で有意に小さい (図-1, 表-3)。決定係数 (R^2) もおおむね木材生産量が比較的多い県で大きかった。特に木材生産量の多い宮崎では、傾斜と道からの距離の R^2 値がともに最大となり、 P 値も 0.001 未満だった。 a 値に関しても、他の県と比べて最も小さな値を示した。木材生産量の少ない福岡, 佐賀, 長崎では、いずれにおいても有意性 ($P<0.05$) は見られなかった。一方、大分と鹿児島では、傾斜において回帰係数は有意に負の値だったが、道からの距離に対しては有意ではなかった。同様に、木材生産が盛んな大分, 宮崎, 鹿児島では、道からの距離よりも傾斜との R^2 値が高い。

2. 空間分布別の皆伐面積比率

年間木材生産量と皆伐面積の比率の間の回帰係数 (a) は、 R^2 値が小さい場合を除き、ほぼすべての状況で正の値を示した (表-4, J-Stage 電子付録付図-C)。また、 $10^\circ\sim 30^\circ$ の緩傾斜地や道から $0\sim 300$ m の森林で a 値や R^2 値が高くなる傾向があった。これらの結果は、皆伐の収益性が比較的高い林地から増産分の木材が供給されていることを示し

ている。一方、最も緩やかな斜面 ($0\sim 10^\circ$) や道に近い場所 ($0\sim 100$ m) での a 値は、 $10\sim 20^\circ$ や $100\sim 200$ m の区分よりもおおむね低い。このような条件下では、隣接する土地利用への配慮など、林業以外の何らかの要因により皆伐が抑制された可能性があった。以上のような傾向は、福岡, 大分, 宮崎で特に顕著である。一方で鹿児島では、前項で示した県内全体としての傾向に比べて、カテゴリごとの皆伐面積比率では R^2 値は高くなかった。

IV. 考 察

本研究では、年間木材生産量と民有人工林における皆伐の空間分布との関係を明らかにした。特に木材生産量の多い県で、木材生産量の多い年に緩傾斜地や道からの距離が近い収益性の高い林地での皆伐が多かった。このような県では、仮説①「木材生産量の増加により、収益性の高い林地で皆伐面積が増えた」が支持されたと考えられる。一方で各県の結果は異なり、大分と鹿児島では傾斜で有意性が見られても、道からの距離では有意性が見られなかった。路網配置や高性能林業機械の使用状況など、各地域で行われている施業体系の特徴が結果に影響している可能性がある。それぞれの地域性と伐採個所の関係性を明らかにするためには、より小スケールでの空間解析等、各地域での調査・分析を行う必要がある。

林業活動の大きな目的は利益を得ることであり、このような県では収益性の高い林地から優先して皆伐地として選定したものと考えられる。一般に収益性の高い森林ほど伐採の確率が高い (Polyakov *et al.* 2010; Prestemon and Wear 2000) ことがわかっているが、本研究の結果では皆伐地の空間分布と木材生産量の間で関係性が見られた。量的な管理と空間的な管理の間に無視できない関係があり、双方を適切に行うためには、包括的な計画が必要である。

一方、道路に近い平坦な林地では、木材生産量が多い年でも皆伐面積比率は比較的增加なかった。これは皆伐時に、木材生産以外の生態系サービスへの配慮が働いた可能性がある (参考 Prestemon and Wear 2000)。伐採傾向の把握には、森林所有者や住民への聞き取り調査などの社会調査を通じた、地域ごとの森林の利用についての理解が必要である (Lodin and Brukas 2021)。

木材生産量の少ない県では、年間木材生産量が大きくても皆伐の空間分布に変化は見られなかった。仮説③「木材生産量の増加により、人工林全体で皆伐面積が増えた」と同じような状況にあったと考えられる。このような県では、

表-3. 各県における年間木材生産量と皆伐地の空間分布の関係

県	斜面傾斜				道からの距離			
	a	切片	R^2	P 値	a	切片	R^2	P 値
福岡	-1.4	30.2	0.140	0.115	-31.3	135.7	0.164	0.085
佐賀	0.4	25.8	0.004	0.789	9.0	67.2	0.083	0.232
長崎	0.3	23.1	0.010	0.689	-12.9	76.3	0.060	0.311
熊本	-2.6	30.4	0.511	0.001	-33.6	152.3	0.529	<0.001
大分	-2.6	29.8	0.622	<0.001	-12.7	136.2	0.078	0.248
宮崎	-3.0	32.0	0.849	<0.001	-37.8	160.1	0.782	<0.001
鹿児島	-2.4	25.9	0.549	<0.001	-13.0	109.5	0.110	0.166

表-4. 各県における年間木材生産量とカテゴリごとの皆伐面積比率の関係

斜面傾斜					道からの距離				
カテゴリ	<i>a</i>	切片	R^2	<i>P</i> 値	カテゴリ	<i>a</i>	切片	R^2	<i>P</i> 値
福岡									
0~10	0.038	0.023	0.189	0.063	0~100	0.189	0.080	0.380	0.005
10~20	0.163	0.060	0.467	0.001	100~200	0.276	0.104	0.532	<0.001
20~30	0.235	0.089	0.493	0.001	200~300	0.175	0.142	0.352	0.007
30~40	0.206	0.122	0.369	0.006	300~400	0.043	0.159	0.034	0.450
40~50	0.109	0.124	0.153	0.098	400~500	-0.026	0.162	0.007	0.735
50~60	0.016	0.092	0.000	0.835	500~600	-0.15	0.185	0.100	0.188
佐賀									
0~10	-0.017	0.056	0.025	0.517	0~100	-0.009	0.077	0.006	0.761
10~20	-0.005	0.074	0.002	0.857	100~200	0.017	0.054	0.016	0.609
20~30	0.009	0.067	0.005	0.773	200~300	0.051	0.016	0.135	0.121
30~40	-0.002	0.067	0.000	0.954	300~400	0.020	0.009	0.027	0.499
40~50	0.002	0.051	0.000	0.954	400~500	-0.027	0.032	0.057	0.325
50~60	0.038	0.027	0.019	0.571	500~600	†	†	†	†
長崎									
0~10	0.032	0.021	0.098	0.192	0~100	0.027	0.010	0.409	0.003
10~20	0.037	0.011	0.414	0.003	100~200	0.019	0.007	0.217	0.044
20~30	0.026	0.008	0.356	0.007	200~300	0.014	0.003	0.112	0.161
30~40	0.016	0.004	0.311	0.013	300~400	0.007	0.004	0.049	0.362
40~50	0.003	0.004	0.062	0.304	400~500	0.003	0.001	0.054	0.338
50~60	0.000	0.002	0.001	0.906	500~600	-0.001	0.000	0.070	0.274
熊本									
0~10	0.093	0.061	0.345	0.008	0~100	0.135	0.101	0.458	0.001
10~20	0.179	0.087	0.489	0.001	100~200	0.139	0.116	0.500	0.001
20~30	0.164	0.116	0.503	0.001	200~300	0.108	0.145	0.337	0.009
30~40	0.102	0.141	0.345	0.008	300~400	0.044	0.170	0.070	0.272
40~50	0.024	0.133	0.050	0.355	400~500	-0.220	0.219	0.013	0.644
50~60	0.010	0.057	0.019	0.569	500~600	-0.100	0.294	0.070	0.274
大分									
0~10	0.188	0.052	0.569	<0.001	0~100	0.210	0.081	0.540	<0.001
10~20	0.285	0.061	0.627	<0.001	100~200	0.227	0.096	0.564	<0.001
20~30	0.262	0.081	0.611	<0.001	200~300	0.203	0.108	0.591	<0.001
30~40	0.159	0.110	0.480	0.001	300~400	0.126	0.115	0.396	0.004
40~50	0.085	0.111	0.236	0.035	400~500	0.091	0.102	0.158	0.092
50~60	-0.012	0.068	0.026	0.512	500~600	0.063	0.081	0.120	0.147
宮崎									
0~10	0.340	0.060	0.628	<0.001	0~100	0.379	0.220	0.658	<0.001
10~20	0.651	0.192	0.728	<0.001	100~200	0.408	0.252	0.686	<0.001
20~30	0.581	0.283	0.717	<0.001	200~300	0.279	0.281	0.504	0.001
30~40	0.260	0.287	0.514	0.001	300~400	0.115	0.304	0.171	0.079
40~50	0.066	0.212	0.127	0.135	400~500	-0.022	0.317	0.008	0.721
50~60	0.006	0.076	0.009	0.703	500~600	-0.088	0.324	0.090	0.211
鹿児島									
0~10	0.095	0.037	0.261	0.026	0~100	0.110	0.068	0.266	0.024
10~20	0.148	0.066	0.327	0.010	100~200	0.148	0.078	0.321	0.011
20~30	0.144	0.079	0.300	0.015	200~300	0.081	0.095	0.229	0.038
30~40	0.065	0.087	0.185	0.066	300~400	0.024	0.099	0.024	0.525
40~50	0.005	0.079	0.003	0.830	400~500	-0.041	0.108	0.077	0.251
50~60	-0.013	0.028	0.114	0.157	500~600	-0.051	0.100	0.112	0.162

視認性向上のため、回帰係数 (*a*) は 0.2 以上、 R^2 値は 0.4 以上を着色した。† 皆伐地は観察されなかった。

森林・林業基本計画で目指している収益性が高い林地での集中的な木材生産は、進んでいないことが示された。林業が盛んではない地域では、産業としての重要性が低く、高性能林業機械の導入や施業の収益性に対する意識が十分ではない可能性がある。そのため、皆伐の空間分布の変化が少なかったものと推察される。ただしカテゴリ別の結果(表-4)から、福岡では経済的に有利な林地で木材生産量が多い年ほど、皆伐面積比率が高かった。木材生産量の多寡だけでは傾向を説明できない部分もあり、他の要因が与える影響などを地域ごとに検証する必要がある。また、今後木材生産がさらに増加した場合も同じ傾向が続くとは限らない。継続的な観測が求められる。

I. でも述べたとおり、施業の収益性は今回対象とした空間分布(斜面傾斜、道からの距離等)だけではなく、林分

の成熟度や社会的要因等も関係する。また、伐採地の選定には収益性以外の要素も影響し得る(加藤・立花 2022)。本研究では、現時点で広範囲に入手可能なデータ(斜面傾斜、道からの距離)を利用したが、伐採がどのような林地で行われているかをより詳細に把握するためには、多様なデータの蓄積が求められる(e.g. Quoc *et al.* 2023; Yamada 2018)。

本研究では広域的な解析を目的としたことから、用いたデータの精度は高いものではなかった。たとえば、本研究で用いた道路データには林業に用いられない道路が含まれている一方で、すべての林道を網羅したデータでもない。このようなデータ精度の低さが、皆伐傾向の推定結果に影響を及ぼしている可能性がある。精度の高いデータを比較的容易に入手できる小スケールでの解析を行うことで、地域でのより正確な皆伐傾向を明らかにできると考えられる。

また、本研究における解析では、因果関係を対象としていないことにも留意する必要がある。森林の状況、木材価格、補助金、森林所有者の状況など、様々な要因が木材供給と空間的な伐採パターンに影響を与える可能性がある (Lönnstedt 1997)。調査地では、道路沿いの緩斜面に適した効率的な林業機械が広く採用されたことで、それらの森林における皆伐が進み、木材供給が増加した可能性がある。しかし、そのことを証明するためには異なるアプローチでの調査・解析が必要である。皆伐箇所選定に関する因果関係を明らかにする手法としては、統計的因果推論が考えられる (Pearl 2009)。因果関係を理解することは、資源を持続的に利用するための森林計画の基礎である。それなしでは、管理は効率性を欠くだけでなく、意図しない結果を招く可能性がある (Fukamachi *et al.* 2001; Gain and Watanabe 2017)。たとえば、因果関係を十分に考慮しない政策により、望まない場所で皆伐が進むことも考えられる (山田・當山 2021)。対象地においても、新たな施業体系が取り入れられることで、本研究で示した関係性が成り立たなくなる可能性がある。たとえば、タワーヤードやスイングヤードの活用が進めば、急傾斜地においても皆伐される林地の面積は増加すると予想される。各地域の様々な状況と資源利用の因果関係を検証しながら、継続的な調査・分析が求められる。

V. ま と め

本研究では年間木材生産量と皆伐地の空間的特徴（傾斜や道からの距離）の関係性を線形回帰により検証した。その結果から、皆伐地の分布には空間的な偏りが存在することが示唆された。特に林業が盛んな地域においては、木材生産量が増えるとともに、収益性が高い林地から優先的に皆伐が進んでいた。人工林全体の面積のみに着目して持続性を評価していると、局地的な資源不足に陥る可能性がある。すなわち、将来的に収益性の低い林地のみが皆伐されずに残され、経済活動としての継続的な木材生産が破綻しかねない。我が国の人工林は資源の成熟期を迎えていると言われているが、その資源が利用可能な場所に存在しているかまでの議論には至っていない。森林計画制度では、量的計画（素材生産量）が定められる全国森林計画に即する形で各種計画がスケールダウンしていき、市町村森林整備計画で初めて空間的計画（ゾーニング）が定められる。しかし、量的計画と空間的計画の間で、整合性が図られることはない。木材資源を永続的に利用するためには、地域の空間的な資源分布と利用の傾向を把握して、量と空間の両面から整合性のとれた森林管理計画を策定することが重要である。

謝 辞

森林総合研究所の鈴木秀典氏、山口 智氏、宗岡寛子氏には、解析に用いたデータについて助言をいただきました。また、匿名査読者と担当編集委員の方には、原稿を丁寧にご確認いただき、有意義で示唆に富んだご意見をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

本研究では、開示すべき利益相反はない。

福本桂子  <https://orcid.org/0000-0001-7979-6838>

引用文献

- コンサベーション GIS コンソーシアム (2020) 道路中心線 2020. <http://cgisj.jp/> (参照 2022-9-2)
- Ezzati S, Najafi A, Bettinger P (2016) Finding feasible harvest zones in mountainous areas using integrated spatial multi-criteria decision analysis. *Land Use Policy* 59: 478-491
- 藤掛一郎 (2019) 素材生産持続可能性分析のためのシミュレーション手法—宮崎県民有スギ人工林を対象として—. *林業経済* 72 (3): 1-14
- Fukamachi K, Oku H, Nakashizuka T (2001) The change of a satoyama landscape and its causality in Kamiseya, Kyoto Prefecture, Japan between 1970 and 1995. *Landscape Ecol* 16: 703-717
- Gain D, Watanabe T (2017) Unsustainability risk causality in a private industrial forest: An institutional analysis of factors affecting stand ecosystem services in Kochi Prefecture, Japan. *Forests* 8(4): 126
- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Chini L, Justice CO, Townshend GG, Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO, Townshend GG (2013) High-resolution global maps of 21 st-century forest cover change. *Sci Learn* 342 (6160): 850-853
- 環境省生物多様性センター (2002) 自然環境保全基礎調査 1/5 万現存植生図. <https://nlftp.mlit.go.jp/index.html> (参照 2020-7-31)
- 加藤葉月・立花 敏 (2022) 保安林制度と林業経営との関係—茨城県常陸太田市民有水源かん養保安林に注目して—. *日林誌* 104: 363-373
- 国土地理院 (2020a) 基盤地図情報. <https://nlftp.mlit.go.jp/index.html> (参照 2020-7-31)
- 国土地理院 (2020b) 国土地理院ベクトルタイル提供実験. <https://github.com/gsi-cyberjapan/gsimaps-vector-experiment> (参照 2022-9-2)
- 国土交通省 (2003) 国土数値情報 (森林地域データ). <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A13.html> (参照 2020-7-31)
- Linke J, Fortin MJ, Courtenay S, Cormier R (2017) High-resolution global maps of 21 st-century annual forest loss: Independent accuracy assessment and application in a temperate forest region of Atlantic Canada. *Remote Sens Environ* 188: 164-176
- Lodin I, Brukas V (2021) Ideal vs real forest management: Challenges in promoting production-oriented silvicultural ideals among small-scale forest owners in southern Sweden. *Land Use Policy* 100: 104931
- Lönnstedt L (1997) Non-industrial private forest owners' decision process: A qualitative study about goals, time perspective, opportunities and alternatives. *Scand J For Res* 12: 302-310
- Pearl J (2009) Causal inference in statistics: An overview. *Stat Surv* 3: 96-146
- Polyakov M, Wear DN, Huggett RN (2010) Harvest choice and timber supply models for forest forecasting. *For Sci* 56: 344-355
- Prestemon JP, Wear DN (2000) Linking harvest choices to timber supply. *For Sci* 46: 377-389
- Quoc CT, Nam TT, Kull CA, Nguyen Van L, Dinh TT, Cochard R, Shackleton R, Ngo DT, Hai VN, Thao PTP (2023) Causal analysis associated with deforestation probability in Central Vietnam: a factor study in Nam Dong and A Luoi districts. *J For Res* 28: 159-167
- 林野庁 (2021a) 木材需給報告書. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/%0Amokuzai/index.html#y> (参照 2021-7-16)
- 林野庁 (2021b) 森林・林業白書. 207
- 林野庁 (2023) 森林生態系多様性基礎調査解析プログラム Ver.2. <http://forestbio.jp/> (参照 2023-3-1)
- 志水克人・太田徹志・溝上展也 (2020) 時系列 Landsat 画像を用いた九州本島における毎年の伐採推定. *日林誌* 102: 15-23
- Yamada Y (2018) Can a regional-level forest management policy achieve sustainable forest management? *For Policy Econ* 90: 82-89
- Yamada Y, Ohkubo T, Shimizu K (2020) Causal analysis of accuracy obtained using high-resolution global forest change data to identify forest loss in small forest plots. *Remote Sens* 12: 2489
- 山田祐亮・當山啓介 (2021) 「植栽を促進する地域」の内外における伐採傾向の差. *日林誌* 103: 259-265