

神奈川県の水源地の施業地においてシカが林床植生に及ぼす影響

田村 淳*・山根正伸*¹・武田 潤**・久富寛之**²

Impact of sika deer on forest floor vegetation of managed water-source forests in Kanagawa Prefecture

Atsushi TAMURA*, Masanobu YAMANE*¹, Jun TAKEDA**
and Hiroyuki HISATOMI**²

要 旨

水源の森林エリアの針葉樹人工林と広葉樹林の土壌保全を主目的として、林床植生を増加させるために間伐や受光伐が行われた丹沢と箱根、小仏山地の 50 箇所 138 試験区を、林相別とシカの生息密度の高低による地域別、植生保護柵の有無別で 6 区分して、草本層の植被率と現存量、種の多様性（単位面積あたりの種数、Shannon の H' ）、種組成を比較した。人工林では、シカの生息密度の高い丹沢の柵外と柵内、シカの生息密度の低い箱根・小仏の 3 カテゴリー間で植被率と現存量、種数、 H' は同程度であったが、シカの不嗜好性種の相対優占度は丹沢の柵外で高かった。丹沢の柵内と柵外を比較すると、柵内では植被率や現存量、種数が柵外よりも上回る傾向があったが、有意差は認められなかった。広葉樹林では、丹沢の柵外と柵内、箱根・小仏の 3 カテゴリー間で植被率と現存量に差異があり、いずれも丹沢の柵外で少なかった。また、柵外では不嗜好性種の相対優占度も高かった。以上の結果から、丹沢の人工林と広葉樹林はともにシカの採食影響を受けており、その影響は人工林と広葉樹林で異なることがわかった。丹沢の人工林と広葉樹林でシカの影響に対する反応が異なった理由として、丹沢の人工林で被度が高かった不嗜好性種のオオバノイノモトソウと採食耐性種のチヂミザサの存在があげられる。丹沢の人工林では間伐すれば不嗜好性種が増加して土壌保全効果を発揮できるが、質的な改善を図るには施業とともにシカ対策が必要である。広葉樹林では、施業に優先してシカ対策の実施が望まれる。

キーワード：現存量、採食耐性種、植被率、植物種数、不嗜好性種

I はじめに

神奈川県は、水源かん養など森林のもつ公益的機能の高い森林に誘導することを目指して、荒廃の進む私有林で 1997 年から水源の森林づくり事業を実施している。水源の森林づくり事業は、2007 年からは個人県民税の超過課税を導入した「かながわ水源環境保全・再生施策」の主要事業に位置付けられ、

精力的に進められている。

水源の森林づくり事業では、目標林型として巨木林と複層林、針広混交林、広葉樹林を設定している。しかしながら、もともと 40～50 年の短伐期による木材生産を目的としてきた針葉樹人工林（以下、人工林）を、巨木林や複層林、針広混交林に誘導する科学的知見は不足しており、技術は確立されていない。また、広葉樹林は人工林と異なって樹種組成が

* 神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課（〒243-0121 厚木市七沢 657）

*¹ 現所属 神奈川県環境農政局水・緑部自然環境保全課（〒231-8588 横浜市中区日本大通 1）

** 神奈川県自然環境保全センター森林再生部水源の森林推進課（〒243-0121 厚木市七沢 657）

**² 現所属 神奈川県環境農政局水・緑部森林再生課（〒231-8588 横浜市中区日本大通 1）

複雑であること、立木の配置状態も不均一であることから、公益的機能の高い広葉樹林に誘導する施業法は木材生産を主目的とした人工林の施業体系とは異なることが予想される。目標林型に誘導するための科学的知見と技術が不足するなか、水源の森林づくり事業は、事業にモニタリングを組み込み、科学的データを蓄積し、土壌保全の効果を検証し、技術を改善するといった順応的管理の考え方に基づいて推進されている。2012年現在、水源の森林づくり事業では水源かん養機能の向上と維持に重要な役割を果たす土壌の保全を第一義に掲げて、人工林では間伐が、広葉樹林では受光伐が主に行われている。

著者らは、水源の森林エリアにおいて人工林と広葉樹林に合計50箇所の調査地点を設定して5年おきに光環境や植生、土壌侵食量をモニタリングする計画を2000年代前半に立てた。各地域県政総合センター水源林施業担当者の協力により、2002年～2008年までの7年間で50箇所の地点設定と第1回目の調査が終了した。場所により2回目の調査を開始しているところもある。

一般的に間伐などの施業は光環境を改善して林床植生を増加させる。その一方でシカの生息する地域では施業がシカを増やすきっかけになって林床植生が衰退する可能性もある。林床植生が衰退すると土壌侵食が発生する(石川2008)。これらの知見からシカの生息地では水源の森林づくり事業の施業効果が発揮されない場合のあることが予想される。しかしながら、シカの生息地における施業後の林床植生の変化の知見はなく、あるのは島田・野々田(2009)による強度間伐後の広葉樹の侵入に及ぼすシカの影響についてくらいである。全国的にシカの分布が広がっていること、および人工林の強度間伐が進められていること(林野庁2012)から、シカの生息地における施業後の林床植生の状況を把握することは重要である。

そこで、本報告では、「かながわ水源環境保全・再生施策」の第1期計画期間の2007～2011年に実施されたモニタリング調査のデータを用いて、林相別とシカの生息密度の高低による地域別、植生保護柵(以下、柵)の有無別の6カテゴリー間で林床植生を比較して、施業後の林床植生に及ぼすシカの影響を考察した。

なお、水源の森林づくり事業では「施業」を「整備」と同じ用語として使用しているが、本報告では林業分野で一般的な「施業」を使うことにした。また、2007年からは2回目の調査を行っているものの2時点のデータがすべて揃っていないため、時点間の植生変化については50箇所のデータが揃ってから報告する。

II 調査地と方法

1 調査地

調査地は、神奈川県西部に位置する水源の森林エリアの50箇所である(図1)。50箇所ともに2002年以降に人工林では間伐が、広葉樹林では受光伐が行われ、その際にモニタリングのための試験区の設定と、当該年または次年度に第1回目の調査が行われた。50箇所のうち、シカの生息密度の高い丹沢山地(以下、丹沢)に含まれるのは36箇所、シカの生息密度が低い県南西部の箱根外輪山(以下、箱根;小田原市および南足柄市)に10箇所、同様にシカの生息密度が低い県北部の小仏山地(以下、小仏;旧相模湖町および藤野町)に4箇所である。各調査地には場所により複数の試験区が設定されている。また、丹沢の36箇所のうち29箇所には施業の際にシカの採食圧を排除し、シカの影響を定量的に把握するための柵が設置された。各箇所

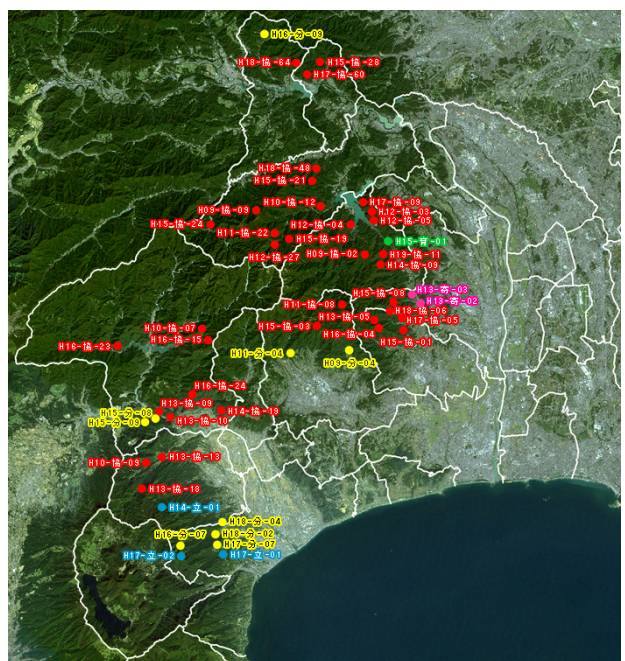


図1 調査箇所位置図

の複数の試験区および柵の有無を考慮すると合計で140の試験区となる。うち2試験区はかつて採草地として利用されていた草原である。50箇所140試験区の設定および第1回目の調査は、2002年から開始して2008年に終了した。この試験区の設定と同時進行で第2回目の調査は2007年から開始した。調査間隔は原則として5年としたが、4年のところもある。

2 調査方法

各試験区に10m×10m四方の調査枠を配置して、その内部で光環境と植生、現存量を調査した。光環境調査は、調査枠内の3地点で地面から高さ1mの位置でニコンCOOLPIX4500に魚眼レンズ（ニコンフィッシュアイコンバーターFC-E8）を装着して全天空写真を撮影して、国立環境研究所の竹中明夫氏の作成プログラムCanopOn2（<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/index.html>、2012年10月15日確認）を用いて開空度を算出した。植生調査では階層を高木層、亜高木層、低木層、草本層に区分して、各階層で全体の植被率と各出現種の種名、被度・群度を記録した。被度は6階級（+：植物体の地表投影面積の比率1%以下，1：同1～10%，2：同10～25%，3：同25～50%，4：同50～75%，5：同75～100%）で記録した。階層は現地の状況に応じて区分した。草本層は1mまでの試験区が多く、最高は1.8mであった。低木層は最高7mまでであった。現存量調査では、試験区の斜面上部と中部、下部の3箇所に50cm×50cmの刈り取り枠を設置して、その枠の地上高1.5mまでに含まれる植物をすべて刈り取った。刈り取り後に80℃48時間乾燥させ、重量を測定した。

3 解析方法

解析では、2007～2011年に50箇所140試験区で得られたデータのうち草原の2試験区を除外した138試験区のデータを用いた。これは、草原の2試験区は開空度が60%以上あり、他の138試験区の4～25%よりも明らかに高く、群落高は3m未満でススキが優占して森林といえる状態ではないためである。なお、本解析で使用したデータは、施業から調査までの経過時間が異なるものの、1～7年の範囲である。また、解析にあたり次に述べるように138試験区のデータを6つのカテゴリーに区分して、カテゴリー間での開空度が同程度であることから、本報告では施業からの経過時間を一緒にして解析した。

138試験区を林相別とシカの生息密度の高低による地域別、柵の有無で6つのカテゴリーに区分した（表1）。すなわち、林相は人工林と広葉樹林に2区分した。アカマツ林は針葉樹林であるが、下層には広葉樹が多く生育して周辺広葉樹林との構造的差異がないため、本報告では広葉樹林に含めて解析した。地域はシカの生息密度が高い丹沢と低い箱根・小仏に2区分した。丹沢についてはさらに柵内と柵外に区分した。6カテゴリーのうち箱根・小仏の人工林と広葉樹林はシカの密度が低いため、参照サイトの扱いであり、丹沢の人工林と広葉樹林の柵内は、シカの影響を排除した事業サイトの扱いである。

6カテゴリーの開空度はいずれも平均値で9.2～10.6%の範囲にあり、統計的有意差がなかった（クラスカル・ウォリス検定、 $p>0.05$ ）ことから、各カテゴリー間で草本層の植被率と現存量、低木層の植被率、種の多様性、種組成を比較した。種の多様性は、100m²あたりの出現種数（以下、種数）とShannonの多様度指数H'を算出した。多様度指数H'は次

表1 試験区のカテゴリー区分と概況

カテゴリー	試験区数	開空度(%)	平均標高(m)(範囲)	平均傾斜(°)(範囲)	シカ平均密度(頭/km ²)(範囲)
人工林(丹沢 柵外)	24	10.2 ± 2.0	369 (190-720)	30 (1-45)	10.8 (0.5-32.0)
人工林(丹沢 柵内)	13	10.3 ± 4.2	451 (203-720)	31 (22-38)	—
人工林(箱根・小仏)	14	10.0 ± 1.4	528 (266-932)	29 (3-40)	1 (0.5-2.2)
広葉樹林(丹沢 柵外)	39	10.1 ± 3.3	625 (203-1140)	31 (10-41)	9.9 (0.5-32.0)
広葉樹林(丹沢 柵内)	37	10.6 ± 3.2	636 (199-1130)	31 (10-42)	—
広葉樹林(箱根・小仏)	11	9.2 ± 1.8	689 (420-845)	36 (25-46)	2.2
合計	138				

の式のとおりである。

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

p_i : 被度階級の百分率の中央値に基づく相対優占度

種組成では、138 試験区全体で出現頻度が 20% 以上の種について各カテゴリーの平均被度を算出して、クラスカル・ウォリス検定によりカテゴリー間で有意差が認められた際は、シェフェ検定により各カテゴリーを多重比較した。平均被度は、各試験区の出現種の被度階級を百分率の中央値に換算した値から算出した。

各カテゴリーの出現種をシカの不着好性種と採食耐性種、その他に 3 区分して、相対優占度を算出した。不着好性種はシカが基本的に採食しない種であり、オオバノイノモトソウ（イノモトソウ科）やナガバヤブマオ（イラクサ科）など 24 種とした。採食耐性種はシカに採食されても分岐した茎から再生・開花することのできる種でヤマカモジグサ（イネ科）やアシボソ（イネ科）など 20 種とした。相対優占度の算出には被度階級の百分率の中央値を用いた。カテゴリー間の検定には、草本層と低木層の植被率、現存量、多様度指数 H' にはクラスカル・ウォリス検定を、種数には一元配置の分散分析 (ANOVA) を用いた。いずれの検定においても有意水準を 5% とした。

試験区のシカ密度は、当センター野生生物課の資料（藤森ら 2013）により、丹沢の 36 箇所の調査地が含まれるシカ管理ユニットのシカ密度データを用いた。箱根・小仏のシカ密度については、南足柄市でのみシカ密度データがあり、南足柄市域の調査箇所はそのデータを用い、それ以外の箇所のシカ密度は暫定的に $0.5 \text{ 頭}/\text{km}^2$ とした。植生調査した調査年と同一年のシカ密度データを引用したが、同一年がないときは直近のシカ密度データを用いた。

Ⅲ 結果

1 草本層の植被率と現存量

草本層の植被率は、人工林では地域別、柵の有無別に関わらず平均 40.1 ~ 51.2% の範囲にあり、同程度であった（図 2）。一方、広葉樹林では、草本

層の植被率は地域で異なり、箱根・小仏の植被率は 70.9% あったものの丹沢の柵外は 12.0% しかなく、丹沢の柵外で有意に低かった（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.001$ ）。同じ地域の林相間で比較すると、丹沢の柵外の広葉樹林では人工林よりも有意に植被率は低かった（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.01$ ）。

草本層の現存量は、人工林では丹沢の柵内で多い傾向があったが、丹沢の柵外と箱根・小仏とは統計的に有意な差ではなかった（図 3、クラスカル・ウォリス検定、 $p > 0.05$ ）。一方、広葉樹林では、草本層の現存量は丹沢の柵外で有意に少なかった（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.01$ ）。同じ地域の林相間で比較すると、植被率と同様に丹沢の柵外の広葉樹林では人工林よりも有意に現存量は少なかった（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.01$ ）。

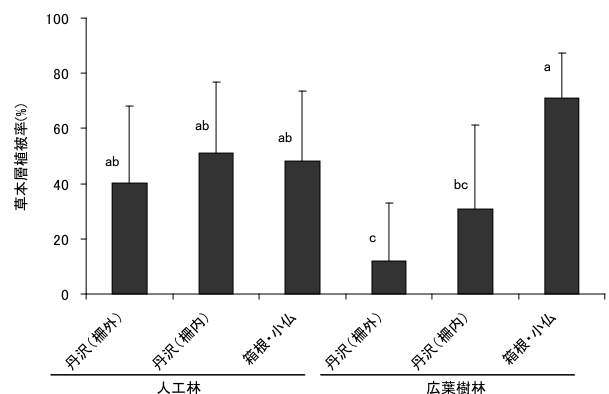


図2 草本層の植被率

縦棒は標準偏差 sd を表す。異なる文字間で統計的有意差があることを表す（クラスカルウォリス検定とシェフェ検定の多重比較）。

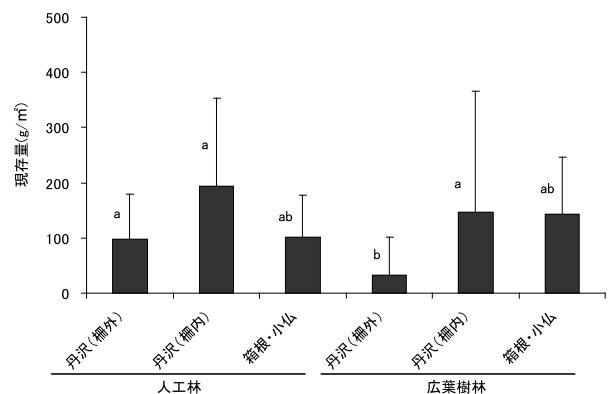


図3 草本層の現存量

縦棒は標準偏差 sd を表す。異なる文字間で統計的有意差があることを表す（クラスカルウォリス検定とシェフェ検定の多重比較）。

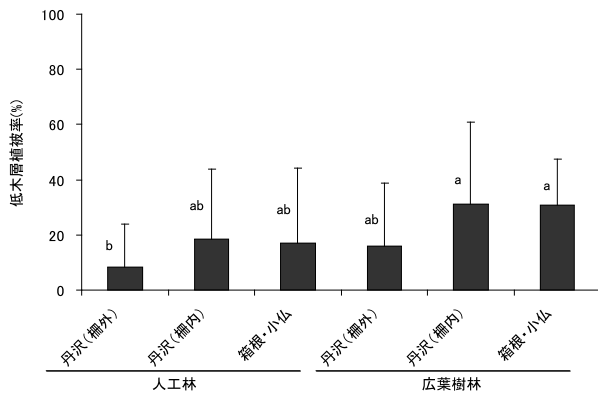


図4 低木層の植被率

縦棒は標準偏差 sd を表す。異なる文字間で統計的有意差があることを表す (クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定の多重比較)。

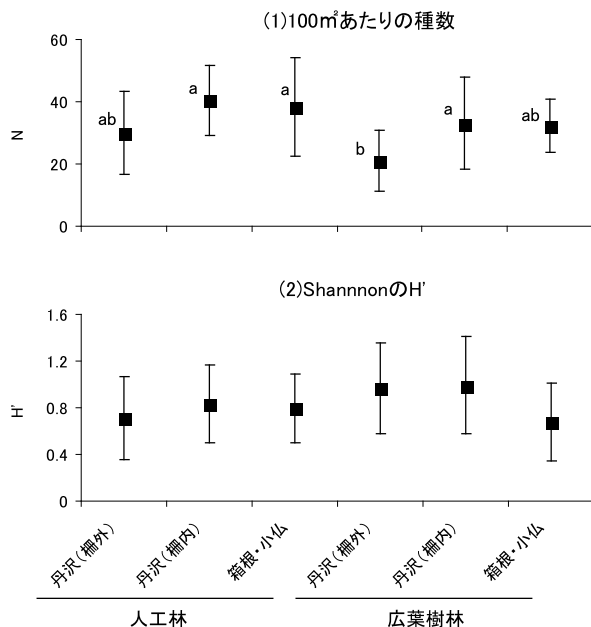


図5 多様度指数

縦棒は標準偏差 ± sd を表す。異なる文字間で統計的有意差があることを表す (種数は一元配置の分散分析とシェフェ検定の多重比較、H' はクラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定の多重比較)。

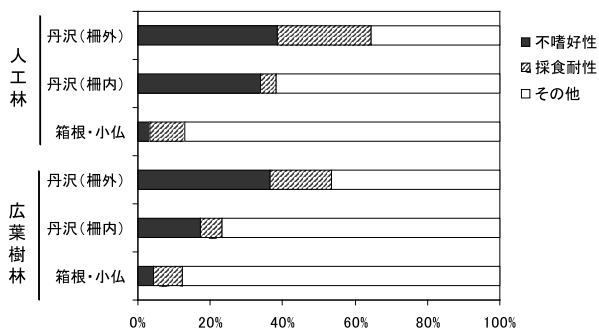


図6 不嗜好性種と採食耐性種の相対優占度

2 低木層の植被率

低木層の植被率は、人工林と広葉樹林ともに丹沢の柵外で低い傾向があったものの有意な差ではなかった (図4)。丹沢の柵内と箱根・小仏の広葉樹林の低木層の植被率は31% あってもっとも高く、丹沢の人工林の柵外は8.3%で低かった (クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.05$)。

3 種の多様性

単位面積あたりの種数は、人工林と広葉樹林ともに丹沢の柵外で少ない傾向があり、とくに丹沢の広葉樹林の柵外と柵内では統計的有意差が認められた (図5、クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.01$)。Shannon の H' は、人工林では丹沢の柵内外と箱根で同程度であった (図5)。広葉樹林では丹沢の柵内外ともに高く、箱根・小仏では低い傾向があったが、有意な差ではなかった (クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p > 0.05$)。

4 不嗜好性種と採食耐性種の相対優占度

人工林と広葉樹林ともに丹沢の柵外で不嗜好性種と採食耐性種の優占度は高く、次いで柵内、箱根・小仏という順であった (図6)。とくに、丹沢の人工林の柵外では不嗜好性種と採食耐性種の相対優占度は合わせて64%に達し、丹沢の広葉樹林の柵外では合わせて53%に達した。種別にみると、不嗜好性種のオオバノイノモトソウの被度は丹沢の人工林の柵内外で11.8%と8.8%あり (表2)、他の4カテゴリーでは1%未満であったのに対して、有意に高かった (クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.05$)。採食耐性種のチヂミザサも丹沢の人工林の柵外で被度が4.3%あり、丹沢の広葉樹林の柵外よりも有意に高かった (クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p < 0.05$)。

IV 考察

水源の森林づくり事業における施業後の林床植生の状態は、林相とシカの生息密度の高低による地域、柵の有無により異なっていた。人工林では、シカの生息密度の高い丹沢の柵外と柵内、シカの生息密度の低い箱根・小仏の3カテゴリー間で草本層の植被

表 2 主要 30 種の平均被度

種 名	種特性	人工林			広葉樹林		
		丹沢(柵外)	丹沢(柵内)	箱根・小仏	丹沢(柵外)	丹沢(柵内)	箱根・小仏
チヂミザサ	採食耐性	4.27	2.26	4.91	0.94	1.44	6.05
サンショウ		0.02	0.47	0.84	0.19	0.51	0.57
ミツバアケビ		0.02	0.06	0.08	0.04	0.21	0.05
タチツボスミレ		0.27	0.04	0.05	0.52	0.36	0.04
ムラサキシキブ		0.27	0.06	0.44	0.18	0.35	0.55
モミジイチゴ	不嗜好性	0.75	0.46	4.27	0.50	1.11	3.44
マツカゼソウ		1.00	0.47	0.41	1.48	2.35	0.54
キブシ		0.05	0.06	0.04	0.04	0.66	0.01
イタヤカエデ		0.03	0.08	0.03	0.03	0.06	0.01
チゴユリ		0.04	0.02	0.06	0.02	0.04	0.05
クサギ	不嗜好性	0.26	0.06	0.04	0.16	0.51	0.52
アブラチャン		0.03	0.45	1.28	0.03	0.05	0.05
フタリシズカ		0.03	0.02	1.21	0.05	0.18	0.52
オニドコロ		0.04	0.04	0.06	0.01	0.02	0.05
コボタンヅル		0.02	0.47	0.03	0.03	2.43	2.11
クサイチゴ	不嗜好性	0.25	6.87	0.05	0.01	1.40	2.10
ハエドクソウ		0.04	0.05	0.82	0.14	0.01	0.04
アマチャヅル		0.05	0.46	0.04	0.01	0.00	0.05
オオバノイノモトソウ		8.83	11.78	0.02	0.01	0.16	—
ケヤキ		0.03	0.02	0.01	0.04	0.06	1.00
スゲspp.	不嗜好性	0.25	1.37	2.05	0.03	0.51	1.60
サルトリイバラ		0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.05
タラノキ		0.04	0.46	0.03	0.01	0.04	0.02
ノブドウ		0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02
ヤマグワ		0.03	0.48	0.03	0.01	0.03	0.01
イヌシデ	不嗜好性	0.02	0.46	0.01	0.04	0.03	0.01
イボタノキ		0.01	0.04	0.01	0.02	0.03	0.05
オオバウマノスズクサ		0.02	0.88	5.21	0.01	0.02	—
ツルウメモドキ		0.01	0.06	0.02	0.01	0.18	0.01
ニガイチゴ		0.03	1.36	0.03	0.01	1.19	1.02
その他 小計		25.69	21.15	32.02	7.01	17.24	38.76
合計		42.40	50.52	54.16	11.61	31.27	59.25

率と現存量、種数、Shannon の H' は同程度であったものの、シカの不嗜好性種の優占度は丹沢の柵外で高かった。丹沢の柵内と柵外を比較すると、柵内では、草本層の植被率や現存量、種数が柵外よりも上回る傾向があったが、有意差は認められなかった。しかし、不嗜好性種の優占度は柵外よりも低かった。このことは、丹沢の人工林ではシカが高密度で生息している状態であっても、施業後の草本層の植被率や現存量といった林床植生の「量」は箱根・小仏といったシカの生息密度が低い地域と同程度の値を示すが、「質」という観点からは、不嗜好性種が多くなるなど、シカの影響を強く受けていることが示唆された。また、柵内では、不嗜好性種の優占度は柵外よりも低かったことから、シカの影響を排除

したことによる質的な改善がみられていると考えられた。

一方、広葉樹林では、丹沢の柵外と柵内、箱根・小仏の 3 カテゴリー間で草本層の植被率と現存量に差異があり、いずれも丹沢の柵外で少なかった。また、柵外では不嗜好性種の優占度が高かった。これらの結果は、丹沢の広葉樹林が植物の量的減少と質的变化というシカの影響を受けていることを示している。丹沢の広葉樹林の柵内は、草本層の植被率や現存量、種数が柵外よりも上回り、不嗜好性種の優占度は柵外よりも低かった。これらのことは、広葉樹林では柵を設置すると、植物の種数や植被率が増加して、量的と質的改善が図られることを示している。しかし、箱根・小仏と比較すると、柵内の現存

量や種数は同程度であるものの草本層の植被率は箱根・小仏よりも低く、不嗜好性種の優占度は高いことから、箱根・小仏と同程度には至っていないといえる。施業してから長くとも7年しか経過していないため、柵を設置してもシカの影響のほとんどない植生状態に推移するには、さらに時間がかかることが予想される。

シカが高密度で生息する丹沢では、人工林と広葉樹林ともにシカの採食影響を受けているものの、人工林と広葉樹林の種組成の違いにより施業の効果の発現が異なっていた。丹沢の人工林では間伐すれば不嗜好性種が増加して土壤保全効果を発揮できるが、シカの不嗜好性種や採食耐性種が多くなる点で偏った種組成になるため、質的な改善を図るには施業とともに植生保護柵の設置やシカの捕獲などのシカ対策が必要であると考えられた。また、広葉樹林においては、施業に優先して植生保護柵の設置や土壤保全対策の実施とともにシカの捕獲が望まれる。

丹沢の人工林と広葉樹林でシカの影響に対する反応が異なった理由として、丹沢の人工林で被度が高かった不嗜好性種のオオバノイノモトソウと採食耐性種のチヂミザサの存在があげられる。すなわち、これら2種はもともと人工林が成立する斜面下部の立地に出現しやすいと考えられる。前田・宮川（1970）も、オオバノイノモトソウはB_E型土壤、地位指数Ⅰを指標して、チヂミザサは主として斜面下部から中部のB_{D(w)}～B_D型土壤に成立して地位Ⅰ～Ⅱに多いことを報告している。シカの密度と開空度は丹沢の人工林と広葉樹林で同程度であったことから、人工林と広葉樹林が成立する立地の違いに基づく林床植生の種組成の違いが、シカの採食影響を通して人工林と広葉樹林の反応として現れたと考える。

一般に間伐や受光伐による林床植生の増加は林地へのシカを増加させるきっかけになるため、シカが高密度に生息する地域での施業には注意が必要である。2012年度現在、全国の33県で森林環境税といった独自課税を導入して人工林の間伐や強度間伐による針広混交林への誘導が行われている（林野庁2012）。その一方で、近年、全国的にシカの分布が広がっており、森林被害の増加が報告されている。さらに、土壤流出により森林の多面的機能に影響が

生じる可能性も指摘されている（林野庁2012）。丹沢と同じようにシカの生息密度が約10頭/km²を超える地域では、本報告で示したように人工林での施業により林床植生が増加しても、その種組成は不嗜好性種や採食耐性種が多くなるため、土壤保全の効果を期待できても生物多様性機能を発揮させることは難しい。また、柵を設置しない限り植栽苗木も天然更新による稚樹も生育できないと考える。そこで、シカが高密度で生息する地域では施業とシカの捕獲を同時に実施するか、あらかじめシカを捕獲して低密度にした状態で施業することが必要であろう。実際に、丹沢では2012年度からシカと森林の一体的管理の取組みが水源林の施業担当者とシカの捕獲担当者との連携で開始されたところである。

シカの生息密度が2頭/km²程度の箱根・小仏では、人工林でも広葉樹林でも間伐や受光伐の施業により林床植生を増加させることは可能であると考えられた。しかし、近年、箱根・小仏ではシカの採食圧が高まっていることから、予断を許さない。施業のうちとくに皆伐や群状伐採はシカのえさ植物を増加させ、シカの個体数を増加させるきっかけになることから、箱根・小仏での皆伐時には予防的なシカの捕獲が望まれる。

V 謝辞

本報告の執筆にあたり、東京農工大学の大橋春香博士と当センターの谷脇徹博士には草稿を読んで貴重なご指摘をいただいた。現地調査はすべて委託調査により実施したものであり、神奈川県森林組合連合会と(株)地域環境計画、新日本環境調査(株)の担当者各位には大変お世話になった。以上の皆様にお礼申し上げます。

VI 引用文献

- 藤森博英・末次加代子・池谷智志・小林俊元・永田幸志・木佐貫健二（2013）第2次神奈川県ニホンジカ保護管理計画期間中の区画法によるニホンジカの生息密度．神奈川県自然環境保全センター報告 11：27-36。
- 石川芳治（2008）丹沢山地でのシカによる林床植生

- 衰退地における土壌侵食機構と対策手法．森林科学 53：48-52.
- 前田禎三・宮川 清（1970）林床植生による造林適地の判定．わかりやすい林業研究解説シリーズ No. 40. 90pp, 日本林業技術協会，東京．
- 林野庁（2012）平成 24 年度版森林・林業白書．208+32pp, 一般社団法人全国林業改良普及協会，東京．
- 島田博匡・野々田稔郎（2009）針葉樹人工林における強度間伐後の広葉樹侵入に及ぼすシカ採食の影響．日林誌 91：46-50.