

第 3 章

シカによる外来木本群落の成立と分布拡大

石田弘明^{1, 2}

¹兵庫県森林動物研究センター, ²兵庫県立人と自然の博物館

要 点

- ・ナンキンハゼとニワウルシは中国原産の落葉高木である。近年、これらの種が植栽地から逸出し、各地で分布を拡大していることが認められるようになってきた。
- ・洲本市および朝来市の伐採跡地とその隣接地において各種の調査を行い、ナンキンハゼ群落とニワウルシ群落の成立に果たすシカの役割について検討した。
- ・ナンキンハゼとニワウルシの逸出個体はいずれも伐採跡地に分布していた。
- ・ナンキンハゼ群落とニワウルシ群落の主な成因は、1) 森林の皆伐によってまとまった面積の陽地が形成されたこと、2) 競合種の定着・成長がシカの採食によって阻害されたことであると考えられた。
- ・シカの個体数が近年全国各地で急激に増加しているという事実を考えると、両群落の分布地点数と分布面積は今後確実に増加していくと予想された。

Key words: 採食圧、ナンキンハゼ、ニワウルシ、不嗜好性植物、優占群落

3-1. はじめに

トウダイグサ科のナンキンハゼ *Sapium sebiferum* とニガキ科のニワウルシ *Ailanthus altissima* は、ともに中国原産の落葉高木である (佐竹ほか 1989; Kowarik and Säumel 2007)。いずれも日本では緑化木として各地の街路や公園などに植栽されている (椎名 1995; 清水 2003)。しかし近年、これらの種が植栽地から逸出し、各地で分布を拡大していることが認められるようになってきた (奥川・中坪 2009; 清水 2003)。村中ほか (2005) は国内河川での逸出状況を考慮し、両種を「特定外来生物に指定すべき維管束植物の候補」に挙げている。また、兵庫県 (2011) は「生物多様性に悪影響を及ぼす外来生物」の目録を作成し、ナンキンハゼを「警戒種」(生物多様性への影響が大きい、または今後影響が大きくなることが予測される種)、ニワウルシを「注意種」(生物多様性への影響がある種) に指定している。

Maesako *et al.*(2007)は奈良県春日山の照葉樹林を調査し、ナンキンハゼが林冠ギャップに数多く逸出していることや、ナンキンハゼの優占群落 (以下、ナンキンハゼ群落) が各所に分布していることを報告している。このような群落は他地域でもみられる。例えば、兵庫県洲本市の森林伐採跡地 (以下、伐採跡地) には比較的まとまった面積のナンキンハゼ群落が分布している。一方、兵庫県朝来市では複数の伐採跡地にニワウルシの優占群落 (以下、ニワウルシ群落) が成

立している。これらの伐採跡地の中にはほぼ全域がニワウルシ群落に覆われているものも存在する。これらの地域にはニホンジカ（以下、シカ）が数多く生息しているため、ナンキンハゼ群落とニワウルシ群落の成立にはシカの採食が強く関係している可能性が考えられる。

そこで本研究では、洲本市および朝来市の伐採跡地とその隣接地において各種の調査を行い、ナンキンハゼ群落とニワウルシ群落の成立に果たすシカの役割について検討することを目的とした。なお、本報告は2編の既発表論文（石田ほか 2012; 石田 2014）を統合・再編して作成したものである。

3-2. 調査地

洲本市の調査地

調査地は洲本市の三坂山（最高海拔302.7 m）に位置している。調査地の面積は約4 ha、海拔は90-240 mである。地質は砂岩・礫岩・泥岩などが互層を形成する和泉層群で、気候的には暖温帯に属し、年間を通じて降水量の少ない瀬戸内式気候の影響下にある。気象庁の電子閲覧室

（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>、2011年2月参照）に掲載されているデータ（1971-2000年の平均値）をもとに、調査地から最も近い気象観測所（洲本、海拔109.3 m）の気候条件を調べたところ、年平均気温は15.3 °C、暖かさの指数は123.0 °C・月、最寒月の月平均気温は5.0 °C、年降水量は1457.4 mmであった。

調査地の位置する淡路島南部は兵庫県内で最もシカの生息密度（以下、シカ密度）が高い地域の一つであるといわれている（兵庫県立人と自然の博物館自然・環境マネジメント研究部編 2007）。当地域では1996年と1999年にシカの生息状況に関する2種類の調査が実施されている（野生動物保護管理事務所 2000）。一つは糞塊密度調査、もう一つは区画法による生息密度調査である。糞塊密度調査はメッシュ単位（面積は20 km²）で行われており、このメッシュの一つが調査地を含んでいる。野生動物保護管理事務所（2000）はこれらの調査結果をもとに淡路島における糞塊密度と生息密度の関係を解析し、両者の関係が次の回帰式（ $R^2=0.405$ ）で表されることを報告している。

$$Y=14.551+0.101X$$

ここで、 Y は生息密度を、 X は糞塊密度をそれぞれ表す。

野生動物保護管理事務所（2000）によると、調査地のメッシュの糞塊密度は26.2個/km（1999年のデータ）である。そこで、この値を上記の回帰式に代入したところ、 $Y=17.2$ という結果が得られた。このことから、1999年時点における調査地のシカ密度は17.2頭/km²程度であると推定される。

調査は伐採跡地とこれに隣接するウバメガシ群落で行った。ウバメガシ群落は、かつて薪炭林として利用・管理されていた「ウバメガシの優占する萌芽林」で、調査開始時点（2010年）の群落高は10~15 mであった。伐採跡地はウバメガシ群落の皆伐によって形成されたものであるが、正確な伐採年は不明である。ただし、地元の自治体職員によれば、伐採は1990年代の後半に始まり、その後数年かけて徐々に行われた可能性が高いという。また、Google社のGoogle Earthに掲載されている2004年撮影の航空写真（2011年8月参照）をみると、2004年の時点ですで

に皆伐後数年が経過していることがわかる。従って、伐採の最終年を 2003 年と仮定すると、調査開始時点で皆伐後 7 年以上が経過していたことになる。現在、伐採跡地にはナンキンハゼ群落、コシダ群落（コシダの優占群落）、ウラジロ群落（ウラジロの優占群落）が広がっている。しかし、すべての場所がこれらの群落によって覆われているわけではなく、植物がほとんど生育していない裸地も各所に分布している。一方、調査地に面した道路のそばには街路樹として 4 個体のナンキンハゼが植栽されている。正確な植栽年は不明であるが、地元の自治体職員によれば、これらの個体は 1964 年以前に植栽された可能性が高いという。2010 年 10 月にこれらの樹高、胸高直径（以下、DBH）、結実状況を調査したところ、樹高は 12-19 m、DBH は 26-43 cm で、いずれの個体も樹冠全体に多数の果実をつけていた。

朝来市の調査地

調査地は朝来市の多々良木地区にある伐採跡地（2箇所）とその隣接地である。伐採跡地は夏緑二次林の伐採跡地（約 0.8 ha）とスギ人工林の伐採跡地（約 3.6 ha）に区分される。後者の形成時期は 2006 年であるが、前者のそれは不明である。どちらの伐採跡地にもニワウルシの優占群落は分布しているが、後者にはニワウルシの優占度が非常に低い群落（以下、ニワウルシの非優占群落）もまとまった面積で分布している。前者と後者の隣接地はそれぞれ夏緑二次林とスギ人工林に覆われている。2013 年時点の最大群落高は夏緑二次林が 22 m、スギ人工林が 25 m である。1976 年と 1996 年に撮影された航空写真を観察したところ、夏緑二次林伐採跡地とその隣接地にはほぼ同じ高さの夏緑二次林が分布していた。また、2013 年実施の調査の結果、夏緑二次林伐採跡地に残存する夏緑広葉樹の切り株の地際直径の最大値と隣接地の夏緑二次林を構成する夏緑広葉樹の地際直径の最大値はよく似ていた。これらのことから、伐採跡地と隣接地にはかつて同質の夏緑二次林が分布していたと考えられる。地元住民（2 名の高齢者）に対する聞き取り調査の結果、1) 隣接地の夏緑二次林では 1960 年代以降、地元住民による利用・管理はほとんど行われていないこと、2) 夏緑二次林伐採跡地にかつて存在した夏緑二次林も、最後の皆伐が行われるまでは同様の状況に置かれていたこと、3) 隣接地の夏緑二次林の林齢（2013 年時点）は 65 年程度であることがわかった。一方、スギ人工林伐採跡地にかつて存在したスギ人工林と隣接地のスギ人工林について、地元の行政機関と森林組合に対する聞き取り調査を行ったところ、1) 両者は同じ時期（1930 年代後半）に造林されたもので、隣接地のスギ人工林の林齢（2013 年時点）は 75 年程度であること、2) 両者の管理履歴はほとんど同じであること、3) 隣接地のスギ人工林では、伐採跡地が形成された年の数年前から間伐や下刈りなどの管理はほとんど行われていないことがわかった。これらのことから、伐採跡地と隣接地にはかつて同質のスギ人工林が分布していたと考えられる。

調査地の海拔は 150-265 m で、地質は中生代白亜紀に形成された生野層群である（兵庫県 1996）。調査地は気候的には暖温帯に属している。気象庁（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>、2013 年 12 月 参照）の気象観測データ（1981-2010 年の平均値）によると、調査地から最も近い気象観測所（和田山、海拔 80 m）の年平均気温は 13.7 °C、最寒月の月平均気温は 2.5 °C、暖かさの指数は 109.8 °C・月、年降水量は 1537.9 mm

である。

調査地にはシカが生息しており、シカの糞塊やシカの採食を受けた植物が各所に分布している。前述したように兵庫県では1999年にシカの生息状況に関する2種類の調査（糞塊密度調査と生息密度調査）が実施されている（野生動物保護管理事務所 2000）。野生動物保護管理事務所（2000）はこの調査結果をもとに淡路島以外の兵庫県における糞塊密度と生息密度の関係を解析し、両者の関係が次の回帰式（ $R^2=0.827$ ）で表されることを報告している。

$$Y = -2.346 + 0.988X$$

ここで、 Y は生息密度を、 X は糞塊密度をそれぞれ表す。

調査地が位置するメッシュの糞塊密度は33.8個/kmと報告されているので（野生動物保護管理事務所 2000）、この値を上記の回帰式に代入したところ、 $Y=31.0$ という結果が得られた。このことから、1999年時点における調査地のシカの生息密度は31.0頭/km²程度であると推定される。

調査地に生育するニワウルシの中には結実個体が数多く含まれている。2013年10月に夏緑二次林伐採跡地のニワウルシ（樹高1.5 m以上）を対象に結実の有無を調べたところ、調査個体数（247個体）の16.2%にあたる40個体が結実していた。これらの結実個体の樹高とDBHの最小値はそれぞれ7.4 m、4.1 cmであった。DBHと結実の関係を調べるために、DBH（1.0-15.0 cm）を5 cm間隔で3つの階級に区分し階級別の結実率（総個体数に対する結実個体数の比率）を算出した。その結果、結実率は1.0 cm以上5.0 cm未満の階級が3.1%、5.0 cm以上10.0 cm未満の階級が19.8%、10.0 cm以上15.0 cm以下の階級が48.0%であった。なお、調査対象としたニワウルシは後述のA群落の調査区に出現したニワウルシと同一である。

調査地の周辺部、特に多々良木川の河川敷や路傍には逸出したニワウルシの結実個体が数多く分布している。一方、調査地から数百 m以上離れている路傍には、植栽に由来するニワウルシの結実個体が1個体分布している。2013年にこの個体のサイズを測定したところ、樹高とDBHはそれぞれ12.4 m、45.9 cmであった。調査地に生育するニワウルシの多くは、周辺部に生育する逸出個体または植栽個体から飛来した種子が発芽・定着したものであると考えられる。ただし、このような種子供給源、すなわち母樹を特定することは非常に困難であるので、本研究では調査地に生育する逸出個体からその母樹までの距離などを調べることはできなかった。

3-3. 調査方法

洲本市での調査

逸出したナンキンハゼの空間分布を把握するために、調査地に分布する樹高1 m以上のすべての逸出個体を対象に分布地の緯度・経度を記録した。緯度・経度の測定にはGPS（GARMIN GPSmap60CSx）を使用した。また、ナンキンハゼに対するシカの嗜好性の程度を調べるために、個体ごとにシカの採食の有無を記録した。

ナンキンハゼ群落とウバメガシ群落に25 m²（5 m×5 m）の調査区をそれぞれ23個、32個設置し、調査区ごとに毎木調査を行った。調査では、樹高1.3 m以上の全生立木を対象とし、各個体の樹高とDBHを測定した。萌芽個体の場合は萌芽幹を含むすべての幹について測定を行った。調査の際にはシカの食痕調査もあわせて実施し、個体ごとにシカの採食の有無を記録した。

以上の調査を 2010 年 5 月から 11 月にかけて行った。

朝来市での調査

夏緑二次林伐採跡地とその隣接地を隈なく踏査してニワウルシの分布地の緯度・経度を測定した。この調査では約 3.3 ha を踏査範囲とし、樹高 1.5 m 以上の個体を対象とした。緯度・経度の測定には GPS (GARMIN GPSmap60CSx) を使用した。また、ニワウルシに対するシカの嗜好性の程度を調べるために、個体ごとにシカの採食の有無を記録した。

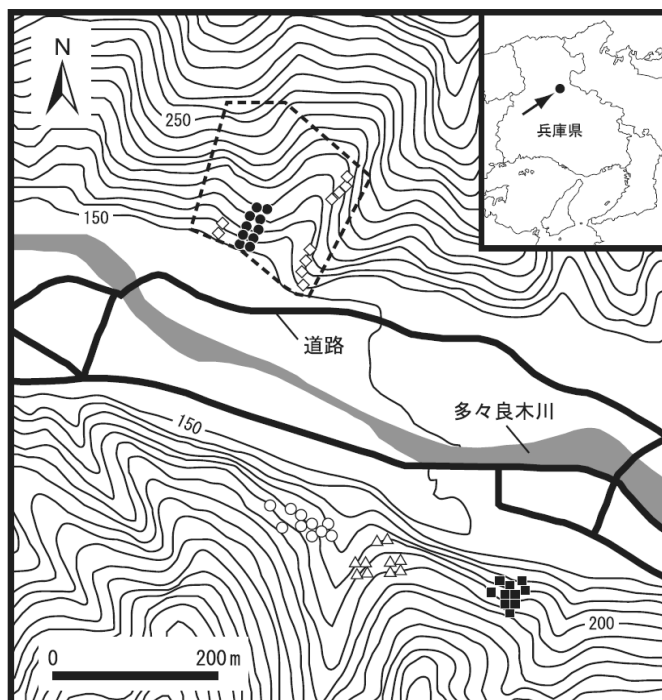


図 3-1. 朝来市の調査地に設置した調査区の位置

●: 夏緑二次林伐採跡地に分布するニワウルシの優占群落 (A 群落)、○: スギ人工林伐採跡地に分布するニワウルシの優占群落 (B 群落)、▲: スギ人工林伐採跡地に分布するニワウルシの非優占群落 (C 群落)、◇: 夏緑二次林伐採跡地の隣接地に分布する夏緑二次林 (D 群落)、■: スギ人工林伐採跡地の隣接地に分布するスギ人工林 (E 群落)。破線の範囲はニワウルシの空間分布を調べた場所で、図 3-3 の調査地と対応している。数値 (150、200、250) は海拔 (m) を示す。この図は植生学会誌から転載したものである (許可番号 1016)。

調査地に分布する 5 タイプの群落に 10 m×10 m の調査区をそれぞれ 10 個ずつ設置し、各調査区の植生について調査を行った (図 3-1)。調査対象とした群落は、1) 夏緑二次林伐採跡地に分布するニワウルシの優占群落 (以下、A 群落)、2) スギ人工林伐採跡地に分布するニワウルシの優占群落 (以下、B 群落)、3) スギ人工林伐採跡地に分布するニワウルシの非優占群落 (以下、C 群落)、4) 夏緑二次林伐採跡地の隣接地に分布する夏緑二次林 (以下、D 群落)、5) スギ人工林伐採跡地の隣接地に分布するスギ人工林 (以下、E 群落) である。調査では、まず樹高 1.5 m 以上の木本の種名・樹高・DBH を記録した。萌芽個体の場合は萌芽幹を含むすべての幹について測定を行った。ただし、ニワウルシはいずれも単幹個体 (非萌芽個体) であった。調査の際に

はシカの食痕調査もあわせて実施し、個体ごとにシカの採食の有無を記録した。

以上の野外調査を 2013 年 5 月から 10 月にかけて行った。

3-4. データ解析

洲本市の調査地で得られたデータ

樹高 1.3 m 以上の木本の種組成をナンキンハゼ群落とウバメガシ群落の間で比較した。この解析では、群落ごとに毎木調査データを集計し、各出現種の 1ha あたりの幹数（以下、NT）と胸高断面積合計（以下、TBA）を算出した。また、これらの数値をもとに各出現種の相対優占度（以下、RD）を求めた。

朝来市の調査地で得られたデータ

樹高 1.5 m 以上の木本の種組成を 5 群落間で比較した。この解析では、群落ごとに 10 調査区の毎木調査データを集計し、各出現種の NT (/ha) と TBA (/ha) を算出した。また、これらの数値をもとに各出現種の RD を求めた。

種の学名

種の学名は、ナンキンハゼについては佐竹ほか（1989）に、ナンキンハゼ以外の顕花植物については大井・北川（1992）に準拠した。

3-5. 結果

ナンキンハゼの空間分布とシカの採食

ナンキンハゼの逸出個体（樹高 1 m 以上）と植栽個体の空間分布を図 3-2 に示す。逸出個体の個体数は 1118 個体で、いずれも伐採跡地に分布していた。まとまった面積の優占群落が確認された場所は各植栽個体の分布地点から 100 m 以内に位置していた。逸出個体の分布地点から植栽個体の分布地点までの最短距離を算出したところ、その距離の最大値は 260 m で、72.7%の個体は最も近い植栽個体から 100 m 以内に分布していた。

ナンキンハゼに対するシカの採食の有無を調べた結果、いずれの個体についても採食は認められなかった。

ナンキンハゼ群落の種組成とシカの採食

毎木調査の結果、調査区内で合計 28 種の木本が確認された（表 3-1）。ナンキンハゼの最大樹高と最大 DBH はそれぞれ 7.2 m、6.5 cm であった。ナンキンハゼ群落だけに出現した木本はナンキンハゼ、クロバイ、カンコノキ、クスノキなど 9 種、ウバメガシ群落だけに出現した木本はネズミモチ、コナラ、マルバアオダモ、モチツツジなど 11 種、両方に出現した木本はウバメガシ、ヒサカキ、ヤブツバキなど 8 種であった。ナンキンハゼ群落ではナンキンハゼの NT が最も高く、その RD は 79.8%であった。また、ナンキンハゼの TBA は 1.49 m²/ha を示し、その RD は 71.2%であった。一方、ウバメガシ群落ではウバメガシの NT が最も高く、その RD は 42.6%

であった。

ナンキンハゼ群落の構成種のうち、シカの採食が認められた種はウバメガシとヒサカキの2種だけであった。ナンキンハゼ群落には17種の木本が生育していた。このうち、既往研究（高槻1989）でシカの不嗜好性植物と報告されている種は合計14種（82.4%）であった。

表 3-1. 木本（樹高 1.3 m 以上）の種組成

NT：幹数(/ha)、TBA：胸高断面積合計(m²/ha)。+は0.05未満であることを、下線はシカの採食が認められたことを示す。

群落タイプ	ナンキンハゼ群落		ウバメガシ群落		
	NT	TBA	NT	TBA	
ナンキンハゼ群落だけに出現した種					
ナンキンハゼ*	<i>Sapium sebiferum</i>	9269.6	1.5	・	・
クロバイ*	<i>Symplocos prunifolia</i>	87.0	0.1	・	・
カンコノキ*	<i>Glochidion obovatum</i>	52.2	+	・	・
クスノキ*	<i>Cinnamomum camphora</i>	34.8	+	・	・
コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>	34.8	+	・	・
シロダモ*	<i>Neolitsea sericea</i>	34.8	+	・	・
アカマツ*	<i>Pinus densiflora</i>	17.4	+	・	・
ヒノキ*	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	17.4	+	・	・
マメガキ	<i>Diospyros lotus</i>	17.4	+	・	・
ウバメガシ群落だけに出現した種					
ネズミモチ*	<i>Ligustrum japonicum</i>	・	・	675.0	0.8
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	・	・	262.5	10.6
マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	・	・	112.5	0.1
モチツツジ	<i>Rhododendron macrosepalum</i>	・	・	75.0	+
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	・	・	75.0	2.7
シャシャンボ*	<i>Vaccinium bracteatum</i>	・	・	50.0	0.1
カナメモチ	<i>Photinia glabra</i>	・	・	37.5	0.2
ヒメユズリハ	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>	・	・	12.5	0.5
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	・	・	12.5	+
ヤブニッケイ*	<i>Cinnamomum japonicum</i>	・	・	12.5	+
ヤブムラサキ	<i>Callicarpa mollis</i>	・	・	12.5	+
ナンキンハゼ群落とウバメガシ群落の両方に出現した種					
ウバメガシ	<i>Quercus phillyraeoides</i>	<u>17.4</u>	<u>±</u>	2025.0	25.4
ヒサカキ*	<i>Eurya japonica</i>	<u>1147.8</u>	<u>0.1</u>	462.5	0.3
ヤブツバキ*	<i>Camellia japonica</i>	104.3	+	312.5	0.8
ソヨゴ*	<i>Ilex pedunculosa</i>	347.8	0.1	187.5	2.8
ヤマモモ*	<i>Myrica rubra</i>	104.3	0.1	187.5	4.4
ネジキ*	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	34.8	+	112.5	0.1
サカキ*	<i>Cleyera japonica</i>	278.3	0.1	100.0	0.3
シキミ*	<i>Illicium religiosum</i>	17.4	+	25.0	+

*既往研究（高槻 1989）でシカの不嗜好性植物と報告されている種

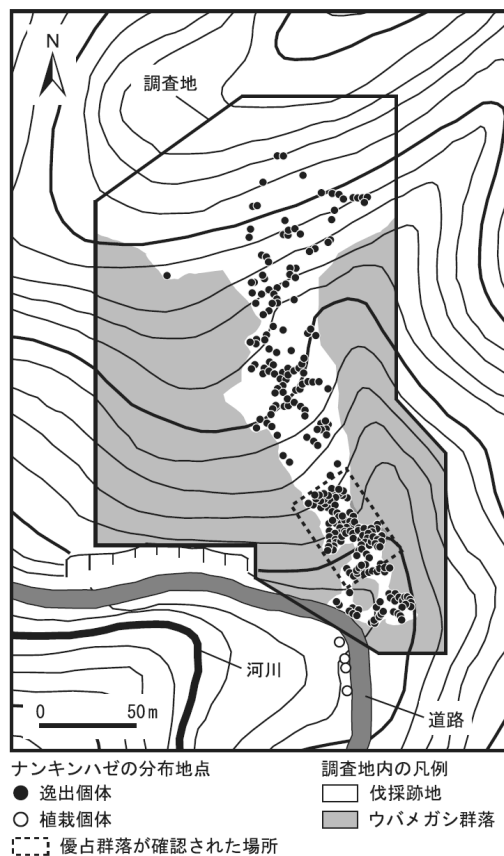


図 3-2. ナンキンハゼの空間分布

この図は植生学会誌から転載したものである（許可番号 1015）

ニワウルシの空間分布とシカの採食

夏緑二次林伐採跡地とその隣接地におけるニワウルシ（樹高 1.5 m 以上）の空間分布を図 3-3 に示す。確認個体数は 1646 個体で、いずれも伐採跡地に分布しており、夏緑二次林の林内ではまったくみられなかった。

ニワウルシに対するシカの採食の有無を調べた結果、いずれの個体についても採食は認められなかった。

ニワウルシ群落の種組成とシカの採食

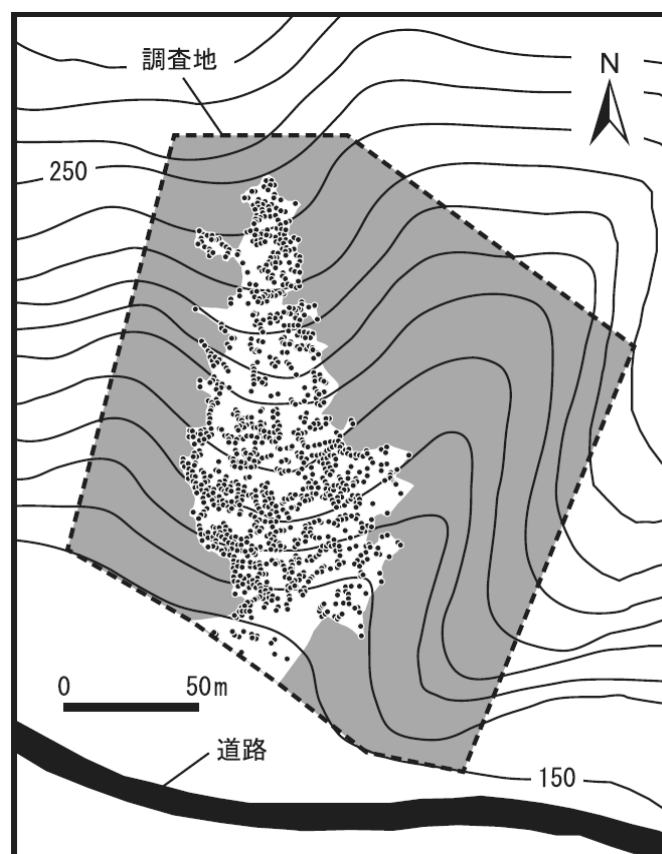
種組成を 5 群落間で比較した結果を表 3-2 に示す。総調査幹数は 1089 本で、このうちニワウルシの幹数は 386 本であった。D 群落と E 群落ではニワウルシはまったくみられなかった。ニワウルシの最大樹高と最大 DBH を群落別に調べた結果、A 群落ではそれぞれ 15.0 m、15.0 cm、B 群落ではそれぞれ 12.9 m、14.3 cm、C 群落ではそれぞれ 5.0 m、5.1 cm であった。ニワウルシの TBA は A 群落の 8.74 m²/ha が最も高く、この次に B 群落の 6.90 m²/ha、C 群落の 0.12 m²/ha が続いた。ニワウルシの NT も A 群落 (2470 本/ha)、B 群落 (1200 本/ha)、C 群落 (190 本/ha) の順に高かった。一方、ニワウルシとスギを除く全種の TBA は A 群落が 0.98 m²/ha、B 群落が 0.69 m²/ha、C 群落が 0.44 m²/ha といずれの群落も非常に低かった。

表 3-2. 木本（樹高 1.5 m 以上）の種組成

NT : 幹数(/ha)、TBA : 胸高断面面積合計(m²/ha)。+は 0.01 未満であることを、下線はシカの採食が認められたことを示す。

群落タイプ 海拔 (m)	A群落		B群落		C群落		D群落		E群落	
	150-190		175-210		185-215		155-205		175-220	
	NT	TBA	NT	TBA	NT	TBA	NT	TBA	NT	TBA
A群落だけに出現した種										
ナンキンハゼ*	<i>Sapium sebiferum</i>	20	0.11	.	.	.	.	.	.	.
B群落だけに出現した種										
クサギ*	<i>Clerodendron trichotomum</i>	.	.	200	0.39	.	.	.	.	.
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	.	.	10	0.03	.	.	.	.	.
アブラチャン	<i>Parabenzoin praecox</i>	.	.	10	+	.	.	.	.	.
C群落だけに出現した種										
クロモジ	<i>Lindera umbellata</i>	.	.	.	.	460	0.09	.	.	.
タラノキ*	<i>Aralia elata</i>	.	.	.	.	70	0.07	.	.	.
ヌルデ	<i>Rhus javanica</i>	.	.	.	.	20	0.05	.	.	.
アカマツ*	<i>Pinus densiflora</i>	.	.	.	.	40	0.03	.	.	.
イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	.	.	.	.	10	+	.	.	.
コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>	.	.	.	.	30	+	.	.	.
A群落, B群落, C群落だけに出現した種										
ニワウルシ	<i>Ailanthus altissima</i>	2470	8.74	1200	6.90	190	0.12	.	.	.
カラスザンショウ*	<i>Fagara ailanthoides</i>	10	0.39	10	0.22	50	0.13	.	.	.
D群落だけに出現した種										
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	.	.	.	.	.	.	<u>460</u>	<u>17.22</u>	.
アベマキ	<i>Quercus variabilis</i>	.	.	.	.	.	.	180	7.80	.
シラカシ	<i>Quercus myrsinaefolia</i>	.	.	.	.	.	.	<u>330</u>	<u>4.43</u>	.
ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i>	.	.	.	.	.	.	60	2.49	.
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	.	.	.	.	.	.	100	0.99	.
ヒサカキ*	<i>Eurya japonica</i>	.	.	.	.	.	.	650	0.80	.
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i>	.	.	.	.	.	.	110	0.60	.
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	.	.	.	.	.	.	20	0.52	.
アラカシ	<i>Quercus glauca</i>	.	.	.	.	.	.	80	0.34	.
マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	.	.	.	.	.	.	10	0.20	.
ヤブニッケイ*	<i>Cinnamomum japonicum</i>	.	.	.	.	.	.	20	0.15	.
イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>	.	.	.	.	.	.	10	0.13	.
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	.	.	.	.	.	.	<u>80</u>	<u>0.11</u>	.
カキノキ	<i>Diospyros kaki</i>	.	.	.	.	.	.	60	0.10	.
コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>	.	.	.	.	.	.	10	0.07	.
ネジキ*	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	.	.	.	.	.	.	20	0.07	.
イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	.	.	.	.	.	.	10	0.02	.
シキミ*	<i>Illicium religiosum</i>	.	.	.	.	.	.	30	0.02	.
ヤマコウバシ	<i>Lindera glauca</i>	.	.	.	.	.	.	50	0.02	.
ダンコウバイ	<i>Lindera obtusiloba</i>	.	.	.	.	.	.	<u>10</u>	<u>0.01</u>	.
A群落, C群落, D群落だけに出現した種										
ソゴ*	<i>Ilex pedunculosa</i>	100	0.05	.	.	70	0.02	<u>140</u>	<u>0.85</u>	.
アセビ*	<i>Pieris japonica</i>	110	0.03	.	.	50	+	100	0.02	.
A群落, B群落, C群落, E群落だけに出現した種										
サンショウ*	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	400	0.10	60	+	60	+	.	.	30 0.02
B群落とE群落だけに出現した種										
スギ*	<i>Cryptomeria japonica</i>	.	.	360	1.61	.	.	.	.	370 49.40
チャノキ	<i>Thea sinensis</i>	.	.	680	0.03	.	.	.	.	330 0.04
B群落, C群落, D群落だけに出現した種										
カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>	.	.	40	+	40	0.01	60	0.02	.
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	.	.	10	0.02	20	+	50	0.04	.
すべての群落に出現した種										
シロダモ*	<i>Neolitsea sericea</i>	180	0.29	10	+	70	0.04	30	0.04	60 0.02
A群落とB群落のいずれにも出現しなかった種										
ヤブツバキ*	<i>Camellia japonica</i>	.	.	.	.	.	.	10	0.06	50 0.01
ナワシログミ	<i>Elaeagnus pungens</i>	.	.	.	.	10	+	20	0.01	.
合計		3290	9.72	2590	9.20	1190	0.56	2710	37.12	840 49.48

*既往研究（高槻 1989）でシカの不着好性植物と報告されている種



調査地内の凡例
 □ 伐採跡地 ■ 夏緑二次林
 ● ニワウルシの分布地点

図 3-3. 夏緑二次林伐採跡地とその隣接地におけるニワウルシの空間分布

この図は植生学会誌から転載したものである（許可番号 1016）。

A 群落と B 群落の両方に出現した種はニワウルシ、カラスザンショウ、サンショウ、シロダモの 4 種であった。C 群落だけに出現した種はクロモジ、タラノキ、ヌルデ、アカマツなど 6 種で、D 群落だけに出現した種はコナラ、アベマキ、シラカシ、ホオノキ、ヤマザクラなど 20 種であった。

シカの採食が認められた種はコナラ、シラカシ、エゴノキ、ダンコウバイ、ソヨゴの 5 種で、いずれも樹皮はぎを被っていた。このような現象は D 群落だけでみられた。A 群落と B 群落ではシカの採食は認められなかった。A 群落と B 群落には合計 14 種の木本が生育していた。このうち、既往研究（高槻 1989）でシカの不嗜好性植物と報告されている種は合計 8 種（57.1%）であった。

3-6. 考察

ナンキンハゼ群落の成立とシカの関係

ナンキンハゼは伐採跡地に数多く逸出し数百 m² の優占群落を形成していたが、ウバメガシ群

落の内部ではまったくみられなかった (図 3-2)。このことは、ナンキンハゼは耐陰性が低く、うっ閉した林床ではほとんど成長できないことを示している。ナンキンハゼの耐陰性が低いことは椎名 (1995)、Shimoda *et al.*(1994)、Maesako *et al.*(2007)、奥川・中坪 (2009) によっても報告されている。また、奥川・中坪 (2009) は、ナンキンハゼが定着できる場所は伐採跡地やギャップなどの陽地に限られると考察している。これらのことから、ナンキンハゼが優占群落を形成するためにはまとまった面積の陽地が不可欠であるといえる。

奥川・中坪 (2009) は広島大学構内の二次林においてナンキンハゼの逸出状況を調査し、植栽地から 50 m 以内の場所にナンキンハゼが集中分布していることを報告している。本調査地では、ナンキンハゼの逸出個体は植栽個体から 260 m 離れた場所にも分布していたが、優占群落が広がっていた場所は植栽個体から 100 m 以内に限定されていた。また、逸出個体 (樹高 1 m 以上) の 72.7% は最も近い植栽個体から 100 m 以内に分布していた。これらのことから、ナンキンハゼ群落の成立の可否は種子供給源からの距離に大きく依存していると考えられる。

耐陰性の低いナンキンハゼが優占群落を形成するためには他の木本種よりも早く成長することが必要となる。しかし、ナンキンハゼの種子は発芽時期が遅く、落葉広葉樹の展葉が完了する初夏になってようやく発芽を開始することが知られている (奥川・中坪 2009)。このような性質は光をめぐる他種との競争において大きなマイナス要因となることから、ナンキンハゼが他種よりも早く成長するためには何らかの作用によって他種の成長が抑制される必要がある。調査地を含む一帯はシカ密度が非常に高いので、調査地ではシカの採食圧がこのような作用を及ぼしていると考えられる。

シカの採食圧の高い場所では、シカの好む植物が著しく減少する一方で、シカの不嗜好性植物が増加することが知られている (高槻 1989; Suzuki *et al.* 2008; 大橋ほか 2007; 服部ほか 2010b)。また、Maesako *et al.*(2007)によると、奈良県春日山ではナンキンハゼと競合関係にある木本種がシカの食害を被っており、その結果としてシカの採食を受けないナンキンハゼが定着し分布を拡大しているという。ナンキンハゼがシカの採食を受けないことは今回の調査結果と一致している。また、ナンキンハゼ群落の構成種の大半は既往研究 (高槻 1989) でシカの不嗜好性植物とされている種であった (表 3-1)。さらに、ナンキンハゼ群落ではウバメガシ群落の主要構成樹種であるウバメガシ、コナラ、ネズミモチ、マルバアオダモ、モチツツジ、ヤマザクラが欠落する傾向にあった (表 3-1)。ウバメガシとコナラは薪炭林の優占種であり、萌芽力が強く伐採されても容易に再生することが知られている (服部ほか 1995; 中川 2001; 澤田・武田 2001)。また、他の種も薪炭林によく出現する種であり (鈴木 2001; Ishida *et al.* 2005)、伐採に対する耐性は高いと考えられる。これらのことから、上述した 6 種の伐採跡地での欠落は伐採以外の要因、すなわちシカの採食によって引き起こされた可能性が高いと考えられる。実際、伐採跡地でみられたウバメガシはシカの食害を被っていた (表 3-1)。また、シカによるウバメガシ、ネズミモチ、コナラ、マルバアオダモ、モチツツジの食害は他地域でも認められている (石田ほか 2008、2010; 服部ほか 2010a)。一方、ナンキンハゼ群落では暖温帯の代表的な先駆性木本種であるアカメガシワ、タラノキ、カラスザンショウ、クサギ、ヌルデ、イヌザンショウ (大場・菅原 1980; 宮脇・奥田 1990) がほとんどみられなかった。しかし、淡路島のシカ低密度生息地域ではこれ

らの種が伐採跡地に出現し先駆性二次林（タラノキークサイチゴ群集 *Rubo hirsuti* - *Aralietum* Miyawaki *et al.* 1971）を形成していることが知られている（（社）兵庫県森と緑の公社・環境科学（株） 1996、2000）。このことから、本調査地ではシカの採食圧が上述の 6 種の定着と成長を阻害している可能性が高いと考えられる。これと同様の現象は奈良県春日山でも認められており、アカメガシワ、タラノキ、カラスザンショウ、サンショウがシカの採食を強く受けていることが報告されている（Shimoda *et al.* 1994）。以上の結果から、本調査地ではシカの採食圧がナンキンハゼ群落の成立に大きな役割を果たしたことが認められる。

以上のことをまとめると、今回調査対象としたナンキンハゼ群落の主な成因は、(1) ウバメガシ群落の皆伐によってまとまった面積の陽地が形成されたこと、(2) 伐採跡地の近傍（100 m 以内）に種子供給源があったこと、(3) ナンキンハゼの競合種の定着と成長がシカの採食によって阻害されたことであると結論づけられる。このことから、ナンキンハゼの植栽地に近く、かつシカの採食圧の高い伐採跡地では、逸出したナンキンハゼが優占群落を形成する可能性が極めて高いと考えられる。

ニワウルシ群落の成立とシカの関係

ニワウルシは伐採跡地に数多く逸出し、夏緑二次林伐採跡地とスギ人工林伐採跡地のそれぞれで 1,000 m² 以上の優占群落を形成していたが、その隣接地に分布する夏緑二次林とスギ人工林の林内では樹高 1.5 m 以上のニワウルシはまったくみられなかった（図 3-3、表 3-2）。これらの樹林では、伐採跡地の形成以降、樹木の伐採や下刈りなどの管理はほとんど行われていないので、林内でのニワウルシの不在は光不足に起因していると考えられる。したがって、ニワウルシが優占群落を形成するためにはまとまった面積の陽地が不可欠であるといえる。ニワウルシが伐採跡地などの陽地に好んで生育することは Feret (1985) や Kowarik (1995) によっても報告されている。

暖温帯の伐採跡地ではアカメガシワ、カラスザンショウ、タラノキ、ヌルデ、クサギといった在来の先駆性木本種が優占群落を形成することがよく知られている（大場・菅原 1980; 鈴木 1984; 宮脇・奥田 1990）。このような群落は兵庫県の代表的な群落タイプの一つであり、県内の全域に広く分布していることや、よく発達した群落では林冠層の高さが 15 m に達していることなどが報告されている（服部ほか 2012）。しかし、ニワウルシの優占する A 群落と B 群落にはこのような先駆性木本種はわずかしか生育していなかった（表 3-2）。また、ニワウルシが優占していない C 群落の種組成をみると（表 3-2）、この群落には A 群落と B 群落よりも多くの先駆性木本種が生育していたが、いずれの種も優占度は非常に低かった。このことから、伐採跡地における先駆性木本種の優占度はニワウルシと無関係の要因によって強く規定されていると考えられる。上記の先駆性木本種は様々な立地環境に生育することができる（奥田 1997）と共に、長期的な埋土種子集団を形成することもできる（藤井 1997; 酒井ほか 2006; 田村・服部 2006、2007）ので、立地環境や種子散布に関わる要因が先駆性木本種の伐採跡地での定着・成長を制限している可能性は極めて低いと考えられる。一方、シカの生息密度が高い奈良県春日山の照葉樹林ではアカメガシワ、タラノキ、カラスザンショウなどの先駆性木本種がシカの採食を強く受けている

と報告されている (Shimoda *et al.* 1994)。調査地を含む一帯はシカの生息密度が非常に高いので、伐採跡地ではシカの強い採食圧が先駆性木本種の定着・成長を阻害していると考えられる。

A 群落ではコナラ、アベマキ、シラカシ、ホオノキ、ヤマザクラ、ヒサカキ、イタヤカエデ、カスミザクラ、アラカシといった D 群落の構成種が数多く欠落する傾向にあった (表 3-2)。コナラやアベマキ、アラカシは薪炭林の優占種であり、萌芽力が強く、伐採されても容易に再生することが知られている (服部ほか 1995; 中川 2001)。また、ヒサカキやホオノキ、ヤマザクラ、カスミザクラなども薪炭林によく出現する種であり (鈴木 2001)、伐採に対する耐性は高いと考えられる。これらのことから、このような種の A 群落での欠落は伐採以外の要因、すなわちシカの採食によって引き起こされた可能性が高いと考えられる。シカの採食圧が弱ければ、コナラやアベマキなどは皆伐後速やかに萌芽再生し、先駆性木本種と共に木本群落を形成していたと推察される。

調査対象とした伐採跡地では多くの種がシカの採食を被っていたが、ニワウルシについてはこのような傾向は認められなかった。このことはニワウルシがシカの不嗜好性植物であることを示している。草食動物に対する植物の防衛方法は物理的防衛と化学的防衛の 2 種類に大別される (高槻 1989)。ニワウルシは物理的防衛のためのトゲを備えていないので、シカに対して化学的防衛を行っているといえる。前述したように洲本市ではナンキンハゼと競合関係にある在来木本種の優占度がシカの採食によって減少し、その結果としてシカの採食を受けないナンキンハゼの優占度が増加しナンキンハゼ群落が成立したと考えられた。上述の先駆性木本種や D 群落構成種はニワウルシの競合種であると考えられるので、このようなメカニズムはニワウルシ群落にも当てはまるといえる。したがって、シカの採食はナンキンハゼ群落の成立だけでなくニワウルシ群落の成立にも大きな役割を果たしたと結論づけられる。

以上のことをまとめると、ニワウルシ群落の主な成因は、1) 夏緑二次林とスギ人工林の皆伐によってまとまった面積の陽地が形成されたこと、2) ニワウルシの競合種の定着・成長がシカの採食によって阻害されたことであるといえる。このことから、ニワウルシの種子が飛来しうる場所であつたシカの採食圧の強い伐採跡地では、逸出したニワウルシが優占群落を形成する可能性が高いと考えられる。ニワウルシの種子散布距離は 100 m を大きく上回る可能性が高いと報告されている (Landenberger *et al.* 2007) ので、ニワウルシの結実個体から 100 m 以内にある伐採跡地にはニワウルシ群落が成立しやすいと考えられる。

シカによる外来木本群落の分布拡大

調査地でみられるようなまとまった面積のナンキンハゼ群落およびニワウルシ群落は国内の他地域からはまだ報告されていない。この主な理由は、これまではシカの採食圧の強い伐採跡地が全国的に少なかったからであろう。しかし、シカの個体数が近年全国各地で急激に増加しているという事実 (常田 2006) を考えると、両群落の分布地点数と分布面積は今後確実に増加していくと予想される。

引用文献

- Feret PP (1985) *Ailanthus*: variation, cultivation, and frustration. *Journal of Arboriculture* 11: 361-368.
- 藤井俊夫 (1997) 孤立林における埋土種子相. 人と自然 8: 113-124.
- 服部保・赤松弘治・武田義明・小舘誓治・上甫木昭春・山崎寛 (1995) 里山の現状と里山管理. 人と自然 6: 1-31.
- 服部保・黒田有寿茂・石田弘明・南山典子 (2010a) 兵庫県たつの市鶏籠山の照葉半自然林におけるニホンジカの採食の影響. 人と自然 21: 137-144.
- 服部保・武田義明・澤田佳宏・矢倉資喜・赤松弘治・浅見佳世・石田弘明・石丸京子・黒田有寿茂・田村和也・橋本佳延・福井聡・松村俊和 (2012) 兵庫県の植物群落—森林ボランティア育成教本—. (社) 兵庫県緑化推進協会, 神戸.
- 服部保・栃本大介・南山典子・橋本佳延・藤木大介・石田弘明 (2010b) 宮崎県東諸県綾町川中の照葉原生林におけるニホンジカの採食の影響. 植生学会誌 27: 35-42.
- 兵庫県 (1996) 兵庫の地質. 財団法人兵庫県建設技術センター, 神戸.
- 兵庫県 (2011) 生物多様性に悪影響を及ぼす外来生物への対応. 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課, 兵庫.
- 兵庫県立人と自然の博物館自然・環境マネジメント研究部 (編) (2007) 兵庫県における大・中型野生動物の生息状況と人との軋轢の現状. 兵庫県立人と自然の博物館, 兵庫.
- 石田弘明 (2014) ニホンジカ高密度生息地域の森林伐採跡地に分布する外来木本ニワウルシ群落の種組成と構造. 植生学会誌 31:165-178.
- Ishida H, Hattori T, Hashimoto Y (2005) Comparison of species composition and richness among primeval, natural, and secondary lucidophyllous forests in southeastern Kyushu, Japan. *Vegetation Science* 22: 71-86.
- 石田弘明・服部保・小舘誓治・黒田有寿茂・澤田佳宏・松村俊和・藤木大介 (2008) ニホンジカの強度採食下に発達するイワヒメワラビ群落の生態的特性とその緑化への応用. 保全生態学研究 13: 137-150.
- 石田弘明・黒田有寿茂・橋本佳延・澤田佳宏・江間薫・服部保 (2010) ニホンジカが暖温帯夏緑二次林の種多様性と種組成に与える影響. 保全生態学研究 15: 219-229.
- 石田弘明・山名郁実・小舘誓治・服部保 (2012) 淡路島の森林伐採跡地に分布する外来木本ナンキンハゼ群落の生態的特性と成因. 植生学会誌 29: 1-13.
- Kowarik I (1995) Clonal growth in *Ailanthus altissima* on a natural site in West Virginia. *Journal of Vegetation Science* 6: 853-856.
- Kowarik I, Säumel I (2007) Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8:207-237.
- Landenberger RE, Kota NL, McGraw JB (2007) Seed dispersal of the non-native invasive tree *Ailanthus altissima* into contrasting environments. *Plant Ecology* 192: 55-70.

- Maesako Y, Nanami S, Kanzaki M (2007) Spatial distribution of two invasive alien species, *Podocarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, spreading in a warm-temperate evergreen forest of the Kasugayama Forest Reserve, Japan. *Vegetation Science* 24: 103-112.
- 宮脇昭・奥田重俊(編) (1990) 日本植物群落図説. 至文堂, 東京.
- 村中孝司・石井潤・宮脇成生・鷺谷いつみ (2005) 特定外来生物に指定すべき外来植物種とその優先度に関する保全生態学的視点からの検討. 保全生態学研究 10: 19-33.
- 中川重年 (2001) コナラ. 「現代雑木林事典」(全国雑木林会議 編), 88-89. 百水社有限会社, 東京.
- 大橋春香・星野義延・大野啓一 (2007) 東京都奥多摩地域におけるニホンジカ(*Cervus nippon*)の生息密度増加に伴う植物群落の種組成変化. 植生学会誌 24: 123-151.
- 大場達之・菅原久夫 (1980) ノイバラ群綱の分類. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学) 12: 15-34.
- 大井次三郎・北川政夫 (1992) 新日本植物誌 顕花篇. 至文堂, 東京.
- 奥田重俊(編著) (1997) 生育環境別日本野生植物館. 小学館, 東京.
- 奥川裕子・中坪孝之 (2009) 外来木本ナンキンハゼの逸出とその制限要因. 広島大学総合博物館研究報告 1: 63-70.
- 酒井敦・酒井武・倉本恵生・佐藤重穂 (2006) 四国の中標高域における天然林とこれに隣接する針葉樹人工林の埋土種子組成. 森林立地 48: 85-90.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫(編) (1989) 日本の野生植物 木本 I. 平凡社, 東京.
- 澤田佳宏・武田義明 (2001) ウバメガシ. 「現代雑木林事典」(全国雑木林会議 編), pp.26-27. 百水社有限会社, 東京.
- 椎名豊勝 (1995) 改訂 3 版造園緑化材の知識. 財団法人経済調査会, 東京.
- 清水健美(編) (2003) 日本の帰化植物. 平凡社, 東京.
- Shimoda K, Kimura K, Kanzaki M, Yoda K (1994) The regeneration of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. *Ecological Research* 9: 85-92.
- 鈴木伸一 (1984) 暖地生夏緑広葉樹二次林. 「日本植生誌近畿」(宮脇昭 編著), pp.244-251. 至文堂, 東京.
- 鈴木伸一 (2001) 日本におけるコナラ林の群落体系. 植生学会誌 18: 61-74.
- Suzuki M, Miyashita T, Kabaya H, Ochiai K, Asada M, Tange T (2008) Deer density affects ground-layer vegetation differently in conifer plantations and hardwood forests on the Boso Peninsula, Japan. *Ecological Research* 23: 151-158.
- (社) 兵庫県森と緑の公社・環境科学(株) (1996) 里山林整備事業基本計画報告書 西淡町阿那賀. (社) 兵庫県森と緑の公社・環境科学(株), 兵庫.
- (社) 兵庫県森と緑の公社・環境科学(株) (2000) 里山林整備事業基本計画報告書 五色町鮎原三野畑. (社) 兵庫県森と緑の公社・環境科学(株), 兵庫.

- 高槻成紀 (1989) 植物および群落に及ぼすシカの影響. 日本生態学会誌 39: 67-80.
- 田村和也・服部保 (2006) 対馬における照葉樹林の埋土種子相. 人と自然 16: 43-49.
- 田村和也・服部保 (2007) 鹿児島県栗野岳における照葉樹林の埋土種子相. 人と自然 17: 137-142.
- 常田邦彦 (2006) 自然公園におけるシカ問題 人とシカのかかわりの歴史を踏まえて. 「世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学」(湯本貴和・松田裕之 編), pp.20-37. 文一総合出版, 東京.
- 野生動物保護管理事務所 (2000) 平成 11 年度兵庫県野生鹿生息動態調査業務報告書. (株)野生動物保護管理事務所, 兵庫.