

四国山地・氷見二千石原における ウラジロモミの分布とその特徴

手代木 功基・岩田 来夢

1. はじめに

日本列島は、大部分が温帯気候下にあり、森林景観が卓越しているが、さまざまな条件下で草原もみられる。草原は、自然条件下で成立する自然草原と、人間活動によって直接的・間接的に維持されてきた半自然草原に大別される。日本アルプスなど、森林限界よりも上部の高山帯には「お花畑」とも呼ばれる自然草原が広がっている。一方で、高山帯をもつ標高帯がみられない西日本においては、阿蘇などに代表される半自然草原が広く発達する場合が多い。こうした半自然草原は、火入れや家畜飼養等の人為的な影響を受けることで成立してきた(湯本ほか編 2011)。しかし、火入れが行われなくなったことや、放牧などの草地利用の衰退等が原因となり、現在では草原が森林化している地域も多い。こうした半自然草原における森林化の過程を把握する研究は、これまで数多く行われてきた(例えば鎌田 1994)。

他方、西日本の四国山地や九州山地などでは、稜線付近にササを主体とする草原が特徴的にみられる。例えば、石鎚山系・瓶ヶ森の山頂から西側斜面にかけては、氷見二千石原と呼ばれる広大なササ草原が広がっている(図1)。瓶ヶ森は、標高は森林限界より低いにもかかわらず、森林が成立せずにササ草原となっている点に景観上の大きな特色がある。氷見二千石原の環境史を検討した佐々木(2003)は、採取した表層堆積物試料の花粉分析によって、過去700年間草原が広がっていたことを明らかにした。

氷見二千石原の成立要因として人為的な影響も想定されるが、その可能性は低い。例えば、瓶ヶ森の周辺地域においては、少なくとも300年ほど前から焼畑が行われていたが(佐々木 2003)、四国山地の焼畑について明らかにしてきた相馬(1962)によれば、現地調査から焼畑の高度限界は

1,200mであることを指摘しており、標高約1,700m付近の氷見二千石原で焼畑が行われていたと考えにくい。また、堆積物の試料からも、氷見二千石原付近は継続的に火災が発生しているとは考えにくく、焼畑や火入れ以外の要因によって草原が成立していたと考えられる(佐々木2003)。

森林限界以下の標高で森林が成立しない自然環境の要因としては、山頂特有の強風、積雪などの攪乱が指摘されている(磯谷・石本1999；青山ほか 2000)。四国山地東部のササ草原で森林化の要因を検討した小串・鎌田(2008)によれば、草原の森林化には、種子供給源の分布条件が深く関わっているという。さらに、四手井(1987)などによれば、ササ草原では他種の更新が妨げられることが報告されており、種間関係といった要素も影響していると考えられる。また、ササは地下茎を拡大させて分布を広げ、数十年に一度の間隔で一斉開花し、その後一斉に枯死するという特徴を持っており、このササの特性も草原の消長に関わっていると考えられている(山中 1979)。

しかしながら、氷見二千石原における草原の成立要因については、佐々木(2003)をはじめとして様々な研究が検討してきたが、いまだ不明な点が多いのが現状である。また、手代木ほか(2016)はGIS分析によってササ草原の分布と地形の関係を検討し、斜面方位や斜面傾斜などが分布に関わっていることを示唆しているが、現地調査との照合は行われていない。そこで本研究では、瓶ヶ森周辺のササ草原の成立環境を検討する一助とするために、草原と森林の境界に分布するウラジロモミ(*Abies homolepis*)に着目し、ウラジロモミの分布特性について報告する。

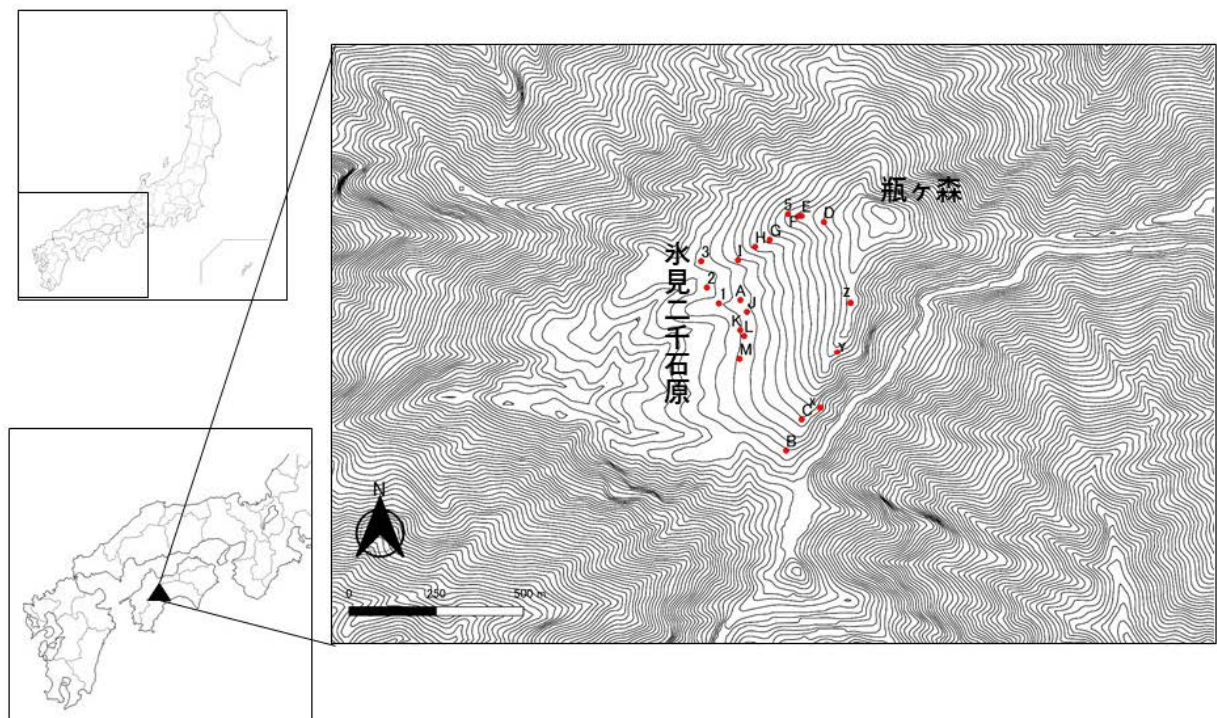


図1 調査地の概要と調査区的位置

2. 調査地の概要

調査対象地域は、石鎚山系の瓶ヶ森(標高1,896m)とその周辺地域である(図1)。瓶ヶ森山頂の西側は、広範囲にわたって緩斜面となっており、氷見二千石原と呼ばれている。氷見二千石原には、約40haにササ草原が存在しており(図2)、草原内にはウラジロモミの孤立個体が点在して生育している。また、ササ草原の周辺には、ウラジロモミがパッチ状にまとまって林分を形成している場所がみられる(写真1・写真2)。

瓶ヶ森は愛媛県と高知県の県境となっており、北側は愛媛県西条市、南側は高知県吾川郡いの町である。瓶ヶ森をはじめとする東西に広がる山域は分水嶺ともなっており、北側は瀬戸内海に流れ込む加茂川水系、南側は徳島県に河口をもつ吉野川水系である。瓶ヶ森を含む石鎚山地一帯は、石鎚国立公園に指定されており、ササ草原の景観を守る保全活動も行われている¹。また、瓶ヶ森には林道や駐車場が整備されており、標高1,680m付近にある登山口から山頂までの登山道が敷設されている。

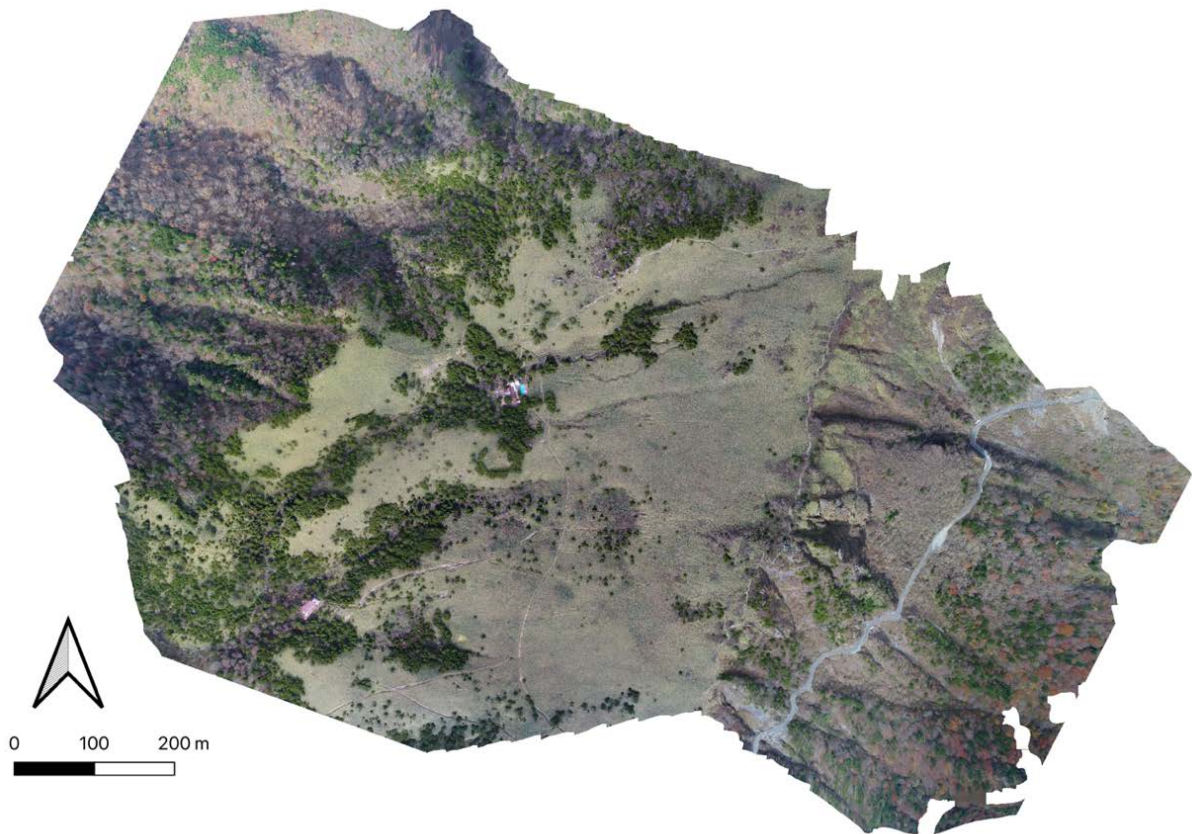


図2 氷見二千石原の空撮写真
石黒ほか(2016)をもとに作成。

四国山地の植生は、1,000 m以下にはシイ・タブノキなどを中心とする常緑広葉樹林帯が形成され、1,000～1,700 mにブナ、ミズナラ、シナノキなどで構成される夏緑広葉樹林帯、1,700 m以上にシラビソやウラジロモミを主体とする亜高山針葉樹林帯があらわれる。瓶ヶ森は中腹以上がイブキザサやチマキザサが優占するササ草原であるが、中腹以下の標高1,600～1,700m付近は

平均樹齢が130年程度のウラジロモミが優占し、広葉樹が一部で混在している(大野1994)。なお、ウラジロモミは、東北南部から紀伊半島にかけて、および四国の冷温帯・亜高山帯に自生する高木で標高1,000～1,800mの山地に生育する常緑針葉樹である。ウラジロモミは、氷見二千石原の中にも沢筋を中心にコハウチワカエデ、オオイタヤメイゲツ、クマノミズキなどを交えてパッチ状に生育する。また、ササ草原の中にはウラジロモミのほか、ヒメコマツ、コメツツジが散生し、沢筋にはダケカンバ、ヤナギ類が生育している(佐々木2003)。点在しているウラジロモミの中には、生立木ばかりではなく枯死木も目立ち、枯死木の中には白骨木となっているものもある。



写真1 氷見二千石原の景観・密集して生育するウラジロモミ



写真2 氷見二千石原の景観・点在して生育するウラジロモミ

3. 調査方法

調査地域に生育するウラジロモミ個体群の動態を明らかにするため、ササ草原とその縁辺部に調査区を設定して毎木調査を行った。密集して生育するウラジロモミがパッチ状の林分になって分布しているササ草原周縁部に5ヶ所(調査区I～V)及び、孤立個体が点在して生育しているササ草原中央部に13ヶ所を設定した(調査区A～M)。これらの地点に10m×10mの方形区を設け、調査区内に生育するウラジロモミのうち、樹高が1m以上の全ての個体について胸高周囲長を測定し、胸高直径(Diameter at Breast Height; DBH)を算出した。また対象樹木の樹高について、樹高棒を用いて個体ごとに直接測定した。さらに、ウラジロモミの周辺に生育する種を記録するとともに、林床のササの密集度と高さを計測した。これらの毎木調査は2019年9月6日及び2019年10月26・27日に行った。また、2018年に採取された氷見二千石原に生育するウラジロモミ3個体の成長錐のサンプル²を用いて、目視によりその年輪を読み取った。

4. 結果

4.1 ウラジロモミの場所による差異

表1に調査結果の概要を示した。また、密集して生育するウラジロモミの直径階分布と、点在して生育するウラジロモミの直径階分布を図3・4に示した。氷見二千石原においては、密集して生育するウラジロモミ林分は、いずれの方形区においても樹冠がウラジロモミによって覆われており、林分内や林分の近くには枯死しているウラジロモミが点在していた。林分はいずれも緩斜

面に存在し、主にウラジロモミで構成され、ナナカマド、コメツツジ、ヒメコマツ、ダケカンバも出現していたが、いずれも各方形区に1, 2個体とわずかであった。また、いずれの方形区内もササが密集しており、ウラジロモミの根元まで覆われていた。ササの早は太く高さもあり、ウラジロモミが点在していた調査区と比べるとササの生育は旺盛であった。点在してウラジロモミが生育している箇所では、いずれにおいてもウラジロモミの枝と葉が密集していた。ただし、ウラジロモミの林床にササが生い茂っている箇所と、林床にササが生育していない箇所があることから、ササの林床での生育は共通していなかった。周辺にはコメツツジ、ダケカンバ、ウツギが出現していた。

表1 調査結果の概要

方形区		I	II	III	IV	V	点在合計
ウラジロモミの出現個体数		37	19	67	12	29	25
樹高(cm)	最大	1250	1080	1020	917	844	728
	最小	193	141	152	215	169	331
	平均	647.9	482.8	541.0	735.7	636.1	482.8
DBH(cm)	最大	29.6	49.7	67.9	32.5	54.3	62.2
	最小	5.7	0.5	3.2	5.3	3.0	11.5
	平均	15.3	14.4	12.8	24.6	19.8	25.2
ササの密集度		++	+	++	+	+	++
ササ丈の平均値(cm)		80	120	90	100	100	70

点在合計は13ヶ所の方形区の合計値を示している。ササの密集度は+: 0-50%, ++: 51-80%, +++: 81-100%。

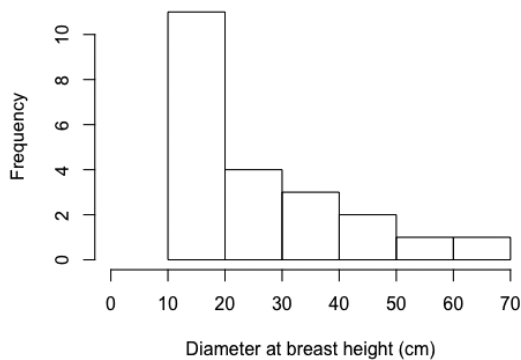


図3 密集したウラジロモミの直径階分布

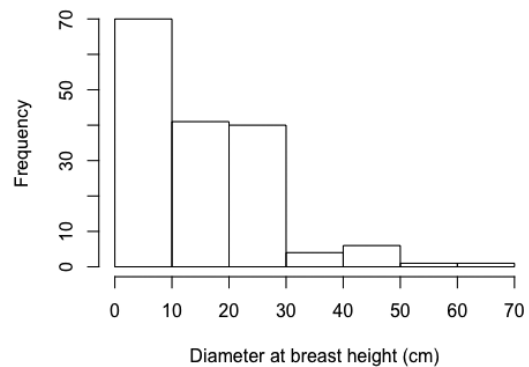


図4 点在するウラジロモミの直径階分布

各調査区に出現したウラジロモミの特徴について述べると、調査地 I には計37個体のウラジロモミが出現した。ウラジロモミのDBHの平均値は15.3 cm, DBHが最大の個体は29.6 cm, 最小の個体は5.7 cmだった。また、ウラジロモミの樹高の平均値は647.9 cm, 樹高が最大の個体は1,250 cm, 最小の個体は193 cmだった。周辺には枯死木が2, 3個体あり、調査区内にもウラジロモミの枯死木が出現している。方形区内のいずれのウラジロモミも400 cmより下部に枝は生えていなかった。調査地 II は調査を行った方形区の中で一番標高が低く1,720 mであった。調査地

IIでは計19個体のウラジロモミが出現し、ウラジロモミのDBHの平均値は14.4cm、DBHが最大の個体は49.7cm、最小の個体は0.5cmであった。また、ウラジロモミの樹高の平均値は482.8cm、樹高が最大の個体は1,080cm、最小の個体は141cmであった。調査地IIIは他のウラジロモミの密集する林分と比べると、ウラジロモミの個体数が多く、近くに谷があった。調査地IIIには計67個体のウラジロモミが出現した。しかし、67個体中26個体は枯死(立ち枯れ)していた。枯死した個体を除いたウラジロモミのDBHの平均値は12.8cm、DBHが最大の個体は67.9cm、最小の個体は3.2cmであった。また、ウラジロモミの樹高の平均値は541.0cm、樹高が最大の個体は1,020cm、最小の個体は152cmであった。調査地IVの標高は1,770mであった。方形区の下部は谷の川筋に接している。調査地IVには計12個体のウラジロモミが出現した。ウラジロモミのDBHの平均値は24.6cm、DBHが最大の個体は32.5cm、最小の個体は5.3cmであった。また、ウラジロモミの樹高の平均値は735.7cm、樹高が最大の個体は917cm、最小の個体は215cmであった。調査地Vは林分の中では一番標高が高い1,840m地点であり、計29個体のウラジロモミが出現した。ウラジロモミのDBHの平均値は19.8cm、DBHが最大の個体は54.3cm、最小の個体は844cmであった。また、ウラジロモミの樹高の平均値は636.1cm、樹高が最大の個体は844cm、最小の個体は169cmであった。

次に、点在するウラジロモミが生育している調査地A~M内では、設置した13ヶ所の方形区内にウラジロモミが計25個体出現した。いずれの調査地もササは密集していたが、ウラジロモミの林分よりも高さはなかった。また、ササの早の太さを比べても林分のササより細かった。また、樹高の最大は728cm、最小は331cmであった。200~400cmが11個体(44.0%)、400~600cmが9個体(36.0%)、600~800cmが5個体(20.0%)であった。DBHは最大の個体が62.2cm、最小の個体は11.5cm、平均値は25.2cmであった。

調査区I~Vの密集したウラジロモミ林分とA~Mの点在するウラジロモミの直径階分布を比較すると(図3・4)、点在するウラジロモミでは、密集したウラジロモミに最も多くみられたDBH10cm未満の個体が少ないという特徴が明瞭に観察された。また、出現個体数に違いがみられることに留意する必要があるが、点在するウラジロモミではDBHが30cm以上の個体の割合が、密集したウラジロモミよりも多いという傾向が確認された。

ウラジロモミの生育の場所による特徴を検討するために、ウラジロモミの樹高とDBHの関係を図5に示した。この図からは、樹高が増加するにしたがってDBHも増加するという関係が読み取れる。しかしながら、ウラジロモミが密集して生育している地域と点在して生育している地域では、

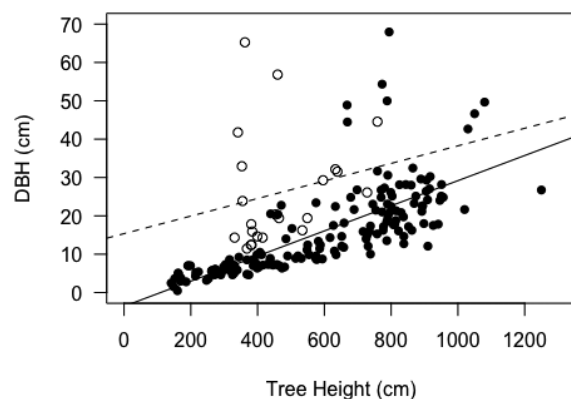


図5 水見二千石原のウラジロモミの樹高とDBHの関係
黒丸が密集個体、白丸が点在個体。実線は密集個体の回帰直線、破線は点在個体の回帰直線を示す。

回帰直線の傾きに差異がみられた。すなわち、密集して生育するウラジロモミ個体では傾きが0.033であったのに対し、点在して生育するウラジロモミの回帰直線の傾きは0.017であった。したがって、傾きには約2倍の違いがみられ、点在個体はDBHの大きさに比して樹高が低いという傾向が確認された。

4.2 年輪の分析

氷見二千石原に点在して生育する3個体のウラジロモミ(x~z)より採取した成長錐から、年輪数を読み取った。xは3個体のウラジロモミのうち、最も標高が低い場所に出現した個体であり、年輪数は80であった。この個体の樹高は650cm、DBHは29.7cmであり、これらは3個体の中で最大であった。次にyの樹高は540cm、DBHは20cmであり、年輪数は27であった。最後にzの年輪数は、32であった。この個体の樹高は500cm、DBHは18.9cmであり、最も標高が高い場所に出現していた個体であった。

図6は佐々木(2003)及びYamakawa et. al(2003)のデータによって作成された図に本研究で読み取ったウラジロモミの年輪数を加えたものである。佐々木(2003)で示されたデータと本研究で読み取った年輪数とDBHとの関係は類似しており、DBHが20cm程度の個体は樹齢が約30年前後、DBHが30cm程度の個体は50~80年程度になるといえる。ただし、DBHが大きくなるにつれてばらつきも大きくなると考えられる。

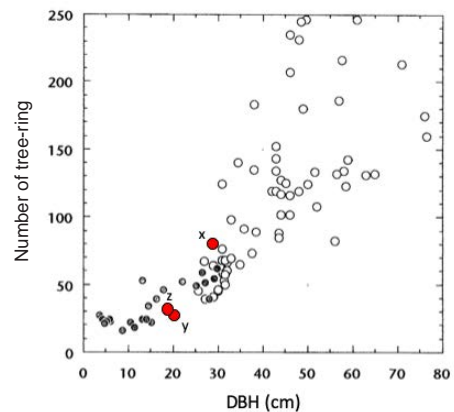


図6 瓶ヶ森のウラジロモミと年輪数の関係
x~zで示したものが本研究の結果を示す。黒点は佐々木(2003)、白丸はYamakawa et. al(2003)のデータによる。佐々木(2003)の図を改変。

5. 考察

本研究の調査結果から、密集して生育する林分内のウラジロモミのDBHや樹高は、値にばらつきがみられることが明らかになった。したがって、密集して生育する林分のウラジロモミはさまざまな年齢構成の集団になっていることが想定される。すなわち、近接する林分から多量に供給されるウラジロモミの種子は、密集して生育するウラジロモミの林床下の方が、ササ草原の中心部よりも定着しやすく、なおかつその実生も生育が継続していく個体が一定数存在すると考えられる。

他方、石鎚山周辺では1964年~1966年にかけてササが一斉に開花、枯死したが、この時期にウラジロモミの種子が多く定着していると先行研究では報告されている(大野1994)。年輪の調査結果より、ササの一斉枯死が起こった1964年~1966年に定着したウラジロモミの種子は、生育した現在ではDBHが約20cm~35cmに達していると考えられる(図6)。本研究の調査地において、DBHが30cm前後の個体は密集したウラジロモミ個体に多く出現していることから、こうした場所においてはササの一斉枯死の際にウラジロモミの種子が定着し、その後現在まで多くの個

体が生存していると推定される。一方で、密集して生育するウラジロモミの林分内にはウラジロモミの枯死木(立ち枯れ)が多かった。これは林分内部において光や養分・水分等の個体間競争が原因であると推定され、より長期間のスケールで考えると、樹木の密度は相対的に低下していくと考えられる。

点在しているウラジロモミ個体においても、DBHが20cm～35cmの個体は複数みられるため、ササの一斉枯死とウラジロモミの定着は、ササ草原の内部においても関係している可能性がある。このように、ササの一斉枯死は、ウラジロモミの定着・成長に影響を与えた可能性が高いが、一斉枯死の際にウラジロモミが生育範囲をどの程度拡大させたかに関しては、場所による様々な条件の違いも影響が大きいと考えられる。

さらに図5に示されたように、密集しているウラジロモミと点在するウラジロモミの個体を比較すると、樹形が異なっていた。すなわち、密集して生育するウラジロモミではDBH(太さ)よりも樹高の成長が大きくなるような伸長成長が卓越する一方で、点在して生育するウラジロモミは樹高よりも太さの成長が大きな肥大成長が卓越する傾向にあるという違いである。肥大成長が卓越する他樹種の事例として、岡ほか(1992)による富士山北西斜面の七太郎尾根におけるカラマツの事例が挙げられる。富士山北西斜面においては、火山砕屑物であるスコリアの移動が激しいために地表面が不安定であり、カラマツは生存率を高めるために伸長成長よりも肥大成長を優先させるといふ。このように、伸長成長と肥大成長の違いには、生育地の環境要因が関わっている可能性が高い。氷見二千石原のウラジロモミにおいては、地表面の環境に場所による大きな違いはみられなかった。一方で、点在しているウラジロモミの樹形に着目すると、強風の影響や積雪の影響によるとみられる偏形が多く個体で観察された。氷見二千石原における風や積雪については今後実態を明らかにする必要があるが、点在して生育するウラジロモミが強風や積雪に脆弱な伸長成長よりも、肥大成長を卓越させているという仮説を検証することは、草原の成立要因を考える上で意味を持つと考えられる。

6. まとめ

本研究では瓶ヶ森、氷見二千石原に出現する密集して生育するウラジロモミと、点在しているウラジロモミの樹高とDBH及び、年輪の読み取りから生育の特徴を明らかにした。密集して出現しているウラジロモミは樹高が高くなりやすいが、DBHは大きくなりやすく、伸長成長が卓越していた。一方で点在しているウラジロモミは、樹高は低いDBHは大きいのが特徴的であり、肥大成長が卓越していた。林床に生育するササにも違いがあり、密集しているウラジロモミの林床のササは高さがあるが早は細かった。一方で点在しているウラジロモミの林床のササは、高さは無いが早は太かった。これらの違いは、冬季の積雪と卓越風といった環境条件が大きく影響していると考えられる。また、1960年代に生じたササの一斉枯死は、ウラジロモミの密集度合いや現在の分布と関係している可能性がある。

ただし本研究では、ウラジロモミの分布の特徴を現地調査の結果をまとめたのみであり、小串・鎌田(2008)で指摘されたような環境要因や種子散布等との関係性については直接検討でき

ていない。今後、瓶ヶ森・氷見二千石原や、より広範の四国山地におけるササ草原の立地環境とその成立要因を検討するために、DEMやUAVを活用してウラジロモミの立地環境との関係を明らかにするとともに、当地におけるウラジロモミとササ草原が今後どのように変化していくのか、多層的な時空間スケールを考慮しながら検討していく必要がある。

謝辞

本研究は、連名著者である岩田来夢が2020年3月に摂南大学外国語学部に提出した卒業論文の調査結果をもとに、大幅な修正を加えてまとめたものである。現地調査にあたっては、大分大学の小山拓志氏にお世話になり、ウラジロモミのサンプルも提供していただいた。また、西条自然学校の山本貴仁氏には調査のきっかけをいただいたとともに、現地調査に関するアドバイスを頂き大変お世話になった。当時摂南大学の岩木野乃花氏と京都大学の立石和奏氏には現地調査を手伝っていただいた。上記の方々をはじめとして、お世話になった方々に感謝申し上げます。

注

- ¹ 愛媛県 ホーム ページ「自然公園」(https://www.pref.ehime.jp/h15800/e-shizen_k/kouen/index.html)
2022年10月20日閲覧。
- ² 大分大学の小山拓志氏が関係機関の許可を得て採取したサンプルを使用した。

文献

- 青山高義・小川肇・岡秀一・梅本亨 2000.『日本の気候景観－風と樹 風と集落－』古今書院。
- 石黒 聡士・小山 拓志・手代木 功基 2016. 瓶ヶ森山頂付近における地形および植生調査に向けたUAVによる空撮調査. 小山拓志他 第16回国土地理助成研究報告書(九州・四国山岳地域における特異な植生景観の動態に関する地理学的研究): 9-15.
- 磯谷達宏・石本研 1999. 伊豆半島西部の稜線付近におけるササ草原の分布とその変遷. 国土舘大学地理学報告8: 1-16.
- 大野登央 1994. 石鎚山周辺におけるウラジロモミの天然更新等について. 日林関西支論3: 87-90.
- 岡秀一・大賀宣彦・菅野洋光 1992. 富士山北西斜面七太郎尾根におけるカラマツ低木林の成立と斜面形成. 第四紀研究31(4): 213-220.
- 小串重治・鎌田磨人 2008. ウラジロモミの侵入に伴う草地消失リスク評価のための要因分析. 景観生態学12(2): 1-15.
- 鎌田磨人 1994. 徳島県剣山系におけるササ草原の成立と維持過程. 徳島県立博物館研究報告4: 97-113.
- 佐々木尚子 2003. 瓶ヶ森氷見二石原における過去700年間の植生景観と人間活動. 日本生態学会誌53: 219-232.
- 四手井綱英編 1987.『森林保護学』朝倉書店。
- 相馬正胤 1962. 四国山岳地方における焼畑経営の地域構造. 愛媛大学社会学科紀要4(1): 1-79.
- 手代木功基・小山拓志・山本貴仁 2016. 四国山地・瓶ヶ森周辺のササ草原の分布とその特徴. 小山拓志他 第16回国土地理助成研究報告書(九州・四国山岳地域における特異な植生景観の動態に関する地理学的研究): 5-8.
- Yamakawa W., Kobayashi O. & Swada T. 2003. A tree-ring reconstruction of summer temperature for southwest Japan In: Proceedings 2002 International Matsuyama Workshop “Geothermal/ Dendrochronological Paleoclimate Reconstruction across Eastern Margin of Eurasia” (eds. M.Yamano, T.Nagao & T.Swada), pp.43-49.
- 山中三男 1979. 石鎚山地にみられたササの枯死後の植生変化. 石鎚山・面河地区自然環境保全調査報告書(日本自然保護協会調査報告58号): 65-73.
- 湯本貴和・佐藤宏之・飯沼賢司編 2011.『シリーズ日本列島の三万五千年2: 野と原の環境史』文一総合出版。

(手代木功基 摂南大学・岩田来夢 元摂南大学学生)