中国内蒙古自治区毛烏素沙地における
臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)個体群の構造と動態大窪久美子¹・前中久行²

摘要 : 中国内蒙古自治区毛烏素沙地に自生する臭柏 (*Sabina vulgaris*) 優占群落において群落調査, 個体群調査及び年輪解析を行った。4プロットの個体密度は 7.25 – 38.75 本/m², 推定地上部現存量は 12 – 36 ton/haであった。年輪測定の結果, 樹齢最大値は 56 年, その幹直径は 28 mmであった。年平均幹直径成長速度は 0.21 mm/year で, *Sabina vulgaris* の成長は非常に緩やかであった。幹直径と樹齢の関係から未測定個体の樹齢を推定した結果, ほとんどの若齢個体は親個体の栄養繁殖に由来しており, 個体群の更新は実生由来のものは少なかった。また若齢個体の少ないプロットでは, 栄養繁殖を阻害する要因としては, 親個体の樹齢が高いこと, 主幹や枝先の枯れをもつ個体の多いことが考えられた。

キーワード : 臭柏, 個体群動態, 年齢構造, 現存量, 半乾燥地, 毛烏素沙地

Okubo, Kumiko and Maenaka, Hisayuki : Population structure and dynamics of *Sabina vulgaris* Ant. in the MU US desert, inner Mongolia, China

Abstract : Population and vegetation survey, and annual ring analysis were carried out on *Sabina vulgaris* communities in the MU US desert, inner Mongolia, China. Population density of 4 plots was from 7.25 to 38.75 shoots/m² and the estimated dry weight was from 12 to 36 ton/ha. Annual ring of 58 shoots was measured. The maximum age was 56 years old, and the diameter of shoot was 28 mm. The growth rate of diameter was 0.21 mm/year. The growth of *S. vulgaris* was very slowly. The ages of non-measured shoot were estimated by the relation between diameter and age of measured ones. Most young shoots came from vegetative reproduction. Regeneration of population did not come from few seedlings. In case of plot there were few young shoots, we suggested that the obstructed reasons of vegetative reproduction were that the age of parental shoots were higher and many main shoots of tip were partially withered.

Key words : *Sabina vulgaris* Ant., population dynamics, age-class structure, biomass, semi-arid land, MU US desert

1. はじめに

中国・オルドス高原の南東部に位置する毛烏素沙地は従来はモンゴル民族による放牧中心の牧畜業を営む草原地帯であったが, 1950 年代以降, 過放牧と開墾による人為的要因から砂漠化が急激に進行してきた地域である¹⁾。毛烏素沙地は砂丘高が急峻でなく, しかも地下水に恵まれているため, 他の砂漠地域に比べて農業開発の可能性が高い地域として評価され, 中国政府による緑化や営農計画が進められようとしている。一方, 毛烏素沙地は自生する木本植物が約 15 種と非常に少なく, 植生帯としてはもともとステップ(温帯草原)であるといわれている¹⁾。しかし現在でも丘陵と丘陵の間の低地(丘間低地)や砂の移動のない砂地(固定砂地)の一部には自生種の低木林群落が残存しており, その中には, この地域の極相であると予想されている¹⁾ ヒノキ科低木である臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)群落が含まれている。

本来はステップとされる地域において, 極相林として, 自生種からなる低木林群落が成立することは, 植生史研究の観点からみて大いに価値がある。また臭柏群落は他自生種のハビタットであり, 低木林の消滅は地域の遺伝資源の消失や生態系の崩壊にもつながる。地域の貴重な生物資源である臭柏

群落は, 進行する砂漠化や農業開発に因って面積は減少し, 種としての絶滅が危惧されるともいわれている^{3,8,12)}。現在では砂漠緑化や飼料栽培を目的とした移入種による効率的な植林が進む一方で, 地域における自生低木林の保全に関しては重要視されておらず, 具体的な保護対策はとられていないのが現状である。砂漠化が進んでいる地域においても, 従来どおりの移入種を用いた緑化にたよらない, 地域の生態系を重視した緑化が望まれる。本地域では臭柏群落を保全, 復元することが生態系を考慮した砂漠化防止および緑化につながると考える。

臭柏の生態に関する知見収集は挿し木による繁殖技術^{3,10,11)}, 分布状況¹³⁾, 自生地の種子生産や埋土種子¹⁵⁾及び微環境¹⁶⁾, 現存量^{2,17,18)}等について主に毛烏素沙地において進められてきている。本研究では保全生態学的立場から群落の現状を把握し, 報告例のほとんどない臭柏個体群の構造及び年輪解析による成長解析から, その動態を明らかにすることを主な目的とした。

2. 調査地域の位置及び概要

調査地域の毛烏素沙地は北緯 38 – 40° のオルドス高原

¹⁾ 信州大学農学部, Fac. of Agric., Shinshu Univ.

²⁾ 兵庫県立淡路景観園芸学校・姫路工業大学自然環境科学研究所, HIT., Awaji Landscape Planning and Horticulture Academy

にあり、総面積 3.5 万 km²、標高は約 1,200m – 1,400m である。研究センターから約 20km 程度離れた烏審召の年平均気温は 6.4℃で、6, 7, 8 月の平均気温は 20℃を超える。年降水量は 250 – 440 mm であるが、7, 8 月の月降雨量は 100 mm 程度で夏に集中し、年変化も大きい¹⁰⁾。5, 6 月は気温が比較的高くなるにもかかわらず、降水量が少ないことが植物の生育には制限要因となっている¹¹⁾。

3. 調査方法

調査は毛烏素沙地開発整治研究センター（北緯 38°57′ – 39°01′, 東経 109°02′ – 109°17′: 内蒙古自治区伊克昭盟烏審旗図克蘇木）の東試験地及びセンター近隣地（図克）において、1992 年及び 1994 年の 8 月に行われた。

臭柏群落 (2m×2m)、計 4 プロット (a, b, c, d) において、毎木調査及び植物社会学的植生調査を行い、樹冠投影図を作成した。毎木調査では各個体の直径（地際 5 cm で 2 方向）自然高、主幹長を測定した。写真 1 に調査を行った臭柏個体群の状況を示した。

臭柏は実生繁殖の他、幹や枝が砂に接した地点から不定芽や不定根が生じ、栄養繁殖する性質をもっている。毎木調査の際に繁殖状況を可能な限り観察し、全個体について「親個体の栄養繁殖によるシュート由来」、その「親個体」、「その他」（独立した個体とみえたが、地中で栄養繁殖した可能性もあり、実生繁殖であるとは必ずしも断定できなかったため、その他とした）の 3 カテゴリーに分け記録した。また個体の状態として、主幹全体が枯れている場合を「主幹枯れ」、分枝や主幹の先だけが枯れている場合を「先枯れ」、枯れがみられない場合を「その他」とし、3 カテゴリーに分け記録した。

プロット c においては、群落の層別刈り取りを行い、種別

に現地で生重を測定し、一部のサンプルについては自然乾燥させた後、乾重 (105℃・24 時間) を測定した。またプロット c の全 58 個体については年輪幅測定を行った。なお、臭柏は栄養繁殖を行うため、地上部でシュートは独立していても実際には地下部でつながっている同株の場合もあるが、ここでは 1 シュートは 1 個体として扱うこととした。

4. 結果及び考察

4.1 臭柏群落の概要及び個体密度と分布

表 1 に臭柏群落の概況と個体密度を示した。4 プロットの個体密度は 7.25 – 38.75 本/m² のばらつきがあった。

また図 1 は各プロットにおける臭柏個体の位置と樹冠の広がり性を示したものである。臭柏の幹は横に匍匐伸長するため、1 個体の樹冠の広がり性は主幹位置を中心とした同心円状ではなく、横長でいびつな形になる。

表 1 各プロットの群落概要及び個体密度

Table 1 Community Situation and population density at each plot

プロット	植被率 (%)	群落高 (cm)	出現種数 個体数	臭柏 (本/m ²)	密度
a **	45	110	15	29	7.25
b *	80	115	17	53	13.25
c *	75	110	15	58	14.50
d *	87	80	18	155	38.75

調査場所：*東試験地，**図克

写真 1 調査地における臭柏個体群の状況

Pic. 1 The state of *Sabina vulgaris* population in study area

図 1 臭柏個体群における樹冠投影図 (▲: 親個体, ●: その他の個体)

Fig. 1 Crown projection diagram in *Sabina vulgaris* population (▲: parental shoots, ●: other shoots)

プロット b, c では、臭柏個体群の樹冠は群落全体をほぼ覆っており、発達した個体群の状態にあると判断された。また両プロットは、全個体密度の中央値 (約 14 本/㎡) をとることから、この値は臭柏個体群の平均的個体密度を示していると考えられた。プロット b, c の植被率は約 80 % 程度、群落高は約 110cm であった。一方、個体密度の最も高かったプロット d では、1 個体の樹冠面積は小さく、個体群の樹冠の広がりには群落全体には達しておらず、発達段階の個体群であった。プロット a の個体群の樹冠の広がりには、前者及び後者の中間的なものであった。

群落構成種では *Clematis aethusaefolia* Turcz., *Bupleurum scorzoneraefolium* Willd. var. *stenophyllum* Nakai, *Polygala tenuifolia* Willd. が出現し、これらの生育ハビタットとして臭柏群落は重要である。

4.2 臭柏群落の地上部現存量と生産構造

平均的個体密度であると考えられたプロット c の同化部、非同化部別の生産構造を図 2 に示した。臭柏の地上部現存量は 3.57kg/㎡ で、その内訳は同化部 1.63kg/㎡、非同化部

図 2 臭柏群落 (c プロット) における生産構造

Fig. 2 Productive structure in *Sabina vulgaris* community at C plot. Total dry weight: 3.57kg/㎡

1.94kg/m²で、C/F比は0.84であった。臭柏の同化部の70%が群落高20–80cmに分布し、高木群落に比べて群落の中一層にも光合成器官を発達させていることがわかる。これは臭柏の樹高が低く、幹や枝を伏状に匍匐伸長させ、葉群を発達させるためである。図中で黒抜きで示された他構成種の総計は、臭柏現存量全体の約2%にしかすぎず、群落に占める割合は小さかった。

プロットcにおけるD²H (D:直径平均, H:主幹長)と地上部現存量(W)との関係式を最小二乗法で求め(図3), 他プロット全個体について次式より地上部現存量を推定した。

$$W = 0.0241(D^2H)^{0.8361}$$

これらの推定値をプロットの個体群毎に地上部現存量として表2に示した。同じく葉量(同化部)のみの現存量を算出した(表2)。また表2では生産量としての単位ton/haに換算して示した。

臭柏個体群の地上部現存量は約12–36ton/haで、葉量は約5–16ton/haという値が得られた。発達した臭柏個体群のプロットb, cの地上部現存量は23.1ton/ha, 35.7ton/ha, 葉量は10.52ton/ha, 13.29ton/haであった。Yoshikawa & Li¹⁸⁾では地上部現存量は約9–39ton/ha (n=7)の範囲にあったことが報告されており、今回の推定値はほぼ妥当なものであると考えられた。

同じ低木性の常緑針葉樹であるハイマツ(*Pinus pumila* Regel)林の地上部現存量は約30–200ton/haの範囲で測定地点によってばらつきが大きい。葉量は約16–24ton/haとなり、亜高山帯、亜寒帯における高木性常緑針葉樹のレベル(約14–23ton/ha)に匹敵するといわれている⁹⁾。臭柏の葉量もハイマツと同程度から約50%程度の値を有し、半乾燥地においてこのように大きなバイオマスを占める群落が存在する意義は大きいといえる。

臭柏個体群の地上部現存量密度(地上部現存量/群落高)は1.35–3.25kg/m³で、Yoshikawa & Li¹⁸⁾が報告した1.1–4.9kg/m³の範囲に含まれた。吉川¹⁷⁾は一般的な木本群落の地上部現存量密度は約1.0kg/m³⁷⁾で、高山帯のハイマツ林(2–15kg/m³)⁹⁾や矮小低木群落(4–5kg/m³)⁷⁾と同じく臭柏の値は高く、乾燥地に生育する臭柏も生理的には高山帯と同じ環境にあるものと考えられると、指摘している。

4.3 臭柏の年輪解析と個体群の年齢構造及び動態

年輪測定の結果、樹齢最大値は56年、その幹直径は約28mm、最大幹直径は38mmであった。年平均幹直径成長速度は0.21mm/yearで、臭柏の成長は非常に緩やかであった。ハイマツの年平均幹直径成長速度は0.5–0.8mm/year⁹⁾で、臭柏の値はこれと同じオーダーであるといえる。

個体群の年齢構造を推定するため、幹直径(D)と樹齢(A)の関係式を最小二乗法で求め(図4)、次式から未測定197個体の樹齢を推定した。最大樹齢は幹直径が45mmで86年と推定された。

$$A = 3.7973(D)^{0.8224}$$

図3 臭柏の地上部現存量とD²Hの関係

Fig. 3 Relation between dry weight and D²H of *Sabina vulgaris*

表2 各プロットの現存量及び現存量密度

Table 2 Dry weight and dry matter density at each plot

プロット	地上部現存量 (ton / ha)	葉量 (ton / ha)	地上部現存量密度 (kg/m ³)
a	14.8	6.75	1.35
b	23.1	10.52	2.01
c	35.7	16.29	3.25
d	11.7	5.31	1.46

図4 臭柏の幹直径と樹齢との関係

Fig. 4 Relation between diameter and age of *Sabina vulgaris*

図5 臭柏個体群の齢構造と個体の由来

Fig. 5 Age - class structure and individual origin type of *Sabina vulgaris* at each plot

図6 臭柏個体群の齢構造と個体の状態

Fig. 6 Age - class structure and individual condition type of *Sabina vulgaris* at each plot

以上の結果から各プロットにおける齡構造分布図を作成し、これを個体の由来別 (図 5)、個体の状態別 (図6) に考察した。

全プロットにおいて、ほとんどの若齡個体は親個体の栄養繁殖に由来しており、個体群の更新は実生由来のものは少ないと考えられた。発達した臭柏個体群であると判断されたプロット b, c では、若齡個体が存在し、今後の更新は可能であると考えられた。プロット d では、左よりの山型分布で若齡個体が特に多く、個体群の更新が容易な状況にあった。プロット a では右よりの山型分布を示し、若齡個体や親個体由来のシュート個体も少なく、個体群の更新は難しい状況にあった。栄養繁殖を容易にしない理由として、35 齡以下の若い親個体がないことが考えられた。

プロット a は親個体になる可能性のある 35 - 50 齡に主幹枯れが多く、また先枯れ個体の多いことが新シュートの生じにくい原因であるとも考えられた (図6)。臭柏の実生は丘間低地の臭柏樹冠下と烏柳 (*Salix cheilophila* Schneid.) 樹冠下にのみ出現し、そこは気温、地表面温度及び地中温度が低く、後者においては土壌含水率も高い¹⁰⁾ことが報告されている。栄養繁殖によるシュートの発生も土壌水分等の立地条件が影響していると考えられたが、その要因は断定できなかった。

調査研究の便宜を図っていただいた内蒙古林業科学院の姚洪林教授に感謝の意を表す。なお、本研究の一部は公益信託四方記念地球環境保全研究助成基金 (平成 6 年度) によるものである。

引用文献

- 1) 北京大学地理系ほか (1983) 毛烏素沙区自然条件及其改良利用, 科学出版社, 北京, 210pp.
- 2) 張国盛・王林和・李玉靈・董智・齊錦秋 (1999) 毛烏素沙地臭柏根系分布及根量, 中国沙漠 19(4): 378-383
- 3) 魏鳳国 (1980) 中国珍稀固沙造林樹種沙地柏採種・育苗・造林的初步調查報告, 内蒙古林業科技 3: 8-12
- 4) Kajimoto T. (1994) Above net production and dry matter allocation of *Pinus pumila* forests in the Kiso mountain range, central Japan, Ecological Research, 9: 193-204
- 5) 梶本卓也 (1995) ハイマツの生態—とくに物質生産と更新過程について—日本生態学会誌, 45(1): 57-72
- 6) 神近牧男・山本太平 (1986) 中国毛烏素沙漠における自然環境について—二, 三の気象・土壌特性, 鳥取大学砂丘研究所報告 25: 27-35
- 7) 吉良竜夫 (1976) 陸上生態系—概論—, 「生態学講座 2」, 共立出版, 166pp.
- 8) 内蒙古草場資源遥感応用考察隊伊克昭盟分隊 (1990), 内蒙古鄂尔多斯高原自然資源与環境研究, 科学出版社, 北京, 225pp.
- 9) 四手井綱英 (1963) 立山付近に分布するハイマツの物質生産について, 日林誌, 45: 169-173
- 10) 徳岡正三 (1989a) 内蒙古の毛烏素沙地に分布する叉子円柏 (*Sabina vulgaris*) の増殖について, 京都府立大学農学部演習林報告 33: 7-11
- 11) 徳岡正三 (1989b) 中国内蒙古の沙地における緑化・造林樹種としての叉子円柏 (*Sabina vulgaris*) と樟子松 (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) さし穂の吸水傾向, 京都府立大学学術報告・農学 41: 59-63
- 12) 徳岡正三 (1992) 中国の半乾燥地に生育するサビナビャクシン (*Sabina vulgaris*) について, 日本緑化工学会誌 18(1), 35-38
- 13) 徳岡正三・王林和 (1992) サビナビャクシン (*Sabina vulgaris*) の分布と更新についての 1, 2 の知見, 日本緑化工学会誌 19(4): 47-52
- 14) 山本太平 (1992) 毛烏素沙漠におけるモデル牧農場の建設, 中国の乾燥地における砂漠化防止に関する実証的研究—毛烏素沙漠におけるモデル牧農場の建設に向けて—, 内蒙古沙漠開発研究会編, トヨタ財団助成研究報告書: 7
- 15) 山中典和・王林和・吉川賢 (1998) 中国内蒙古毛烏素沙地における臭柏 (*Sabina vulgaris* Ant.) の種子生産と埋土種子, 日本緑化工学会誌 23(4): 211-219
- 16) 山中典和・王林和・吉川賢 (2000) 中国内蒙古毛烏素沙地における臭柏 (*Sabina vulgaris* Ant.) の更新場所の微環境, 日本緑化工学会誌 25(4): 437-442
- 17) 吉川賢 (1989) 毛烏素沙地に生育する植物群落の現存量について, 中国の乾燥地における沙漠化の機構解明と動態解析—毛烏素沙漠の沙漠緑化と農業開発に関する基礎的研究—, 内蒙古沙漠開発研究会: 170-173
- 18) Yoshikawa, K. and Li, S. (1989) Stand Structure of (*Sabina vulgaris*) in the Mu Us Shamo Desert, Proceedings of 1989 International Symposium for Japan and China Joint Research, Analysis of Mechanism and Movement of Desertification of the Arid Land Areas in China, Inner Mongolian Research Group: 83-87

(2001.6.30.受理)