

ハイマツの球果および種子の形態について

斎藤 新一郎

079—01 美唄市光珠内町東山 北海道立林業試験場

まえがき

知床半島は、北日本における分布からみて、ハイマツの代表的な成育地のひとつである(館脇、1935)。この半島におけるハイマツ群落は、国境稜線をはじめ、主稜西側や南西側に形成され、海別岳、遠音別岳、羅臼岳、硫黄岳、知床岳などには大群落がみられる(鮫島ほか、1981)。

筆者は、1981年9月上～中旬に、斜里町知床峠において、ハイマツ群落の現況調査をした際に、その大きな球果に注目した。それで、それらを取って、球果および種子の形態を測定してみた。

これまでの諸文献において、ハイマツの球果および種子については、量的に、また産地毎に詳しく測定されたデータがみられないようである(浅川ほか、1981)。知床峠におけるこの研究が、他地域におけるハイマツの球果・種子の形態、また、動物の食性、種子散布などの研究に、基礎資料として、いくらかでも役立てば幸甚である。

本研究に発表の場を与えられた斜里町立知床博物館の佐藤秀雄館長に感謝するとともに、調査に協力された北海道立林業試験場の斎藤 満、鈴木 悌司の両氏、および斜里町の大瀬 昇氏、佐々木 公彦、荒木敏文両君に謝意を表す。

ハイマツの特性

ハイマツ (*Pinus pumila* Regel) は、次のように分類されている (Mirov, 1967)。

マツ科	Pinaceae
マツ亜科	Pinoideae
マツ属	Pinus
五葉松亜属(節)	Haploxyylon
ハイマツ亜節	Cembra
ハイマツ類	Cembrae

ハイマツ類 (Group *Cembrae*) は、葉が5本づつ束生し、種子に翼のないグループである。このグループに入るのは、わが国では、本州中部に分布する、大高木のチョウセンゴヨウ (*P. koraiensis* Sieb. et Zucc.) である。このグループに属する5種の分布や生態は、表1のようであり、いずれも高緯度ないし高山帯に成育する。また、チョウセンゴヨウを除けば、ハイマツ類は、環境条件が厳しくなると、匍匐性となる。

なお、北海道の西南部にみられるキタゴヨウマツ (ヒダカゴヨウ、*P. parviflora* var. *pentaphylla* Henry) は、種子に翼があり、ハイマツ亜節であるが、ストロブマツ類 (Group *Strobi*) に属する。

ハイマツは、北海道、本州中部以北、カムチャ

表1. ハイマツ類5種の分布・生態 (Mirov, 1967; ほか)

学名	和名	分布域	成育地	生活形
<i>Pinus pumila</i> Regel	ハイマツ	北日本、沿海州、シベリア東部	高山	匍匐低木
<i>P. koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	チョウセンゴヨウ	本州中部、朝鮮、中国東北部、沿海州	河谷、低山～亜高山	大高木
<i>P. sibirica</i> Mayr	シベリアマツ	シベリア中部	平原、河谷、山地	小高木
<i>P. cembra</i> Linn.	ヨーロッパハイマツ	アルプス山脈	高山	小高木～高木
<i>P. albicaulis</i> Engelm.	シロカワゴヨウ	北アメリカ西部	高山 (北斜面)	小高木

ツカ、東シベリアに分布し、おもに高山帯の斜面に大きな群落をつくり、ハイマツ帯とよばれる幹は地上をはい、高さ1~3mになり、伏条更新をするなど、マツ科の樹木としては特異な分布・生態をもつ(宮部ほか、1920;大井、1965;ほか)

これの群落の成育状況は、微気候的に、土壌的に、そして生存競争においても、高山帯の環境条件に大きい影響力をもつとみられる。つまり、その密な幹枝葉および落葉層による山体の被覆効果は、高山帯の土壌の凍結・融解および侵食防止に作用し、その消長は高山帯の小低木や草本の繁茂にいちじるしく影響する(Ito et al., 1976;沖津、1979;ほか)。また、その分布パターンは、積雪深、なだれ、季節風、土壌の酸性度などの目安ともなる(館脇、1935;ほか)。

この種子は、高山帯に生息する哺乳類、鳥類などの食糧として高いウェイトを占めるとみられ、ヒグマ、シマリス、ネズミ類、ホシガラスなどに食べられる(青井、1981;プロムレイ、1972;清棲、1978)。また、シマリス、ホシガラスなどは、この種子をあちらこちらに隠匿貯蔵し(Scatterhoarding)、食べ忘れられたものが発芽するという

動物散布(ZoochorylのうちのSynzoochoryl)によって、ハイマツの種子が散布される(VanderWallほか、1977;ほか)。

ハイマツの球果の生産は、毎年ではなく、周期的に豊作年と不作年があり、このことが動物の食糧として重要な意義をもつといえる。

そして、マツ属の球果が、開花から結実まで、2成長期を必要とすることは、ハイマツと高山帯の気候を検討すると、短い成長期と対応しているとみられる。しかし、長い成長期をもつ暖温帯~亜熱帯の同属種(たとえば、リュウキュウマツ、*P. luchuensis* Mayr)でも、同じく2成長期を要して球果が成熟するのであるから、このことが低温に由来するとはいいがたい。別の要因、おそらく、乾燥気候に由来するとみられる。

また、匍匐性で、積雪に適応し、伏条更新をする形態・生態は、低温地方に適している。くり返された氷河期などを通じて、チョウセンゴヨウから、あるいは共通の祖先としてのハイマツ類の高木から、種としてのハイマツが分化してきたのではないかと推測される。

球 果

球果の採取場所は、国道334号線の知床峠から羅臼岳に向かって約100mの稜線上であり、標高750mほどであった(図1)。

採取地のハイマツ叢林の概況は、次のようであった。

樹冠高	1.9~3.1m
幹の直径(地上0.3m)	6~16cm
ク (ク1.3m)	1~10cm
年輪数(地上0.2~0.5m)	21~108
葉の長さ(1978~81年)	53~91mm
1年間の枝の長さ(同上)	46~85mm

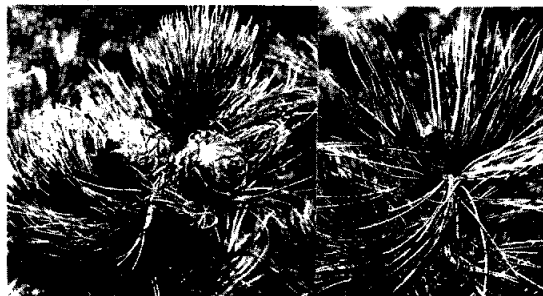


写真1. ハイマツの球果

左: 熟した2年生球果、右: 1年生球果

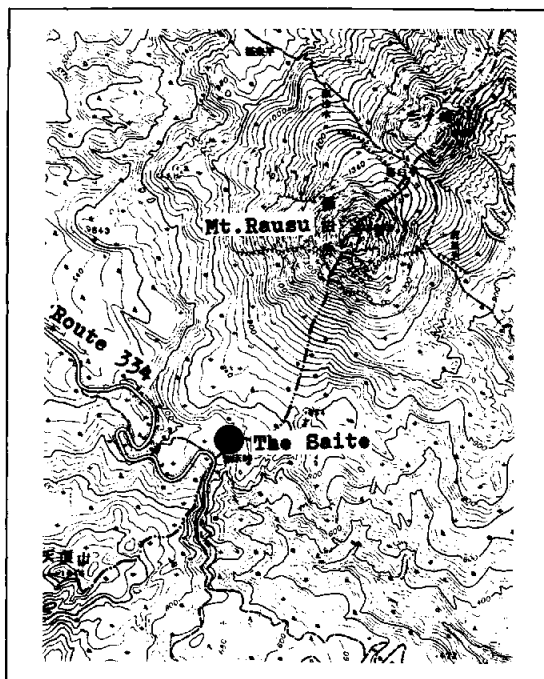


図1. 球果の採取場所

(国土地理院 1/5万図「羅臼」)

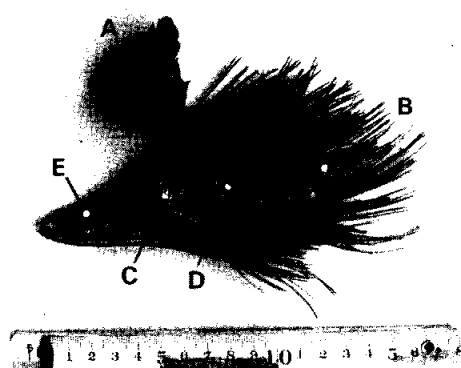


写真2. 球果と果柄痕

A: 2年生球果、B: 1年生球果、C: 果柄痕、D: 1年生枝、E: 2年生枝

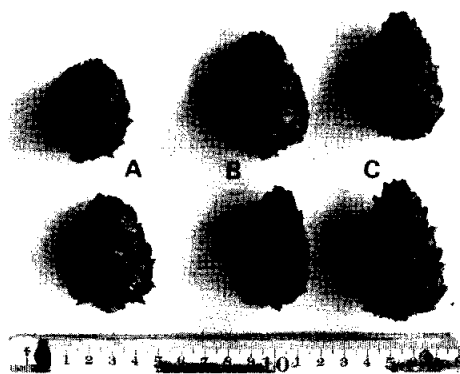


写真3. 球果の3形

A: 球形~球状卵形、B: 卵形、C: 卵状長だ円形

1981年9月上旬には、球果は褐色に熟していて、果柄痕(Peduncle-scar)を残して落下したのもあった。この年の2年生球果(Biennial cone, mature cone)の生産は、大豊作とみられた。しかし、1年生球果(Annual cone, conelet)の着生がきわめて少なく、1982年は不作の見込みである(写真1)。

なお、果柄痕は、枝上に残るから、これを追跡することにより、過去のハイマツの豊凶作年の推移を知ることが可能である(写真2)。

諸文献によると、ハイマツの球果および種子のサイズと形状は、次のように記載されていて、かなりの変動がみられた(表2)。

球果の形状

採取した球果の形状には、おおまかに3つの形がみられた。卵形の球果が最もふつうであったが、球形のもの、卵状長だ円形のものもかなりあった。

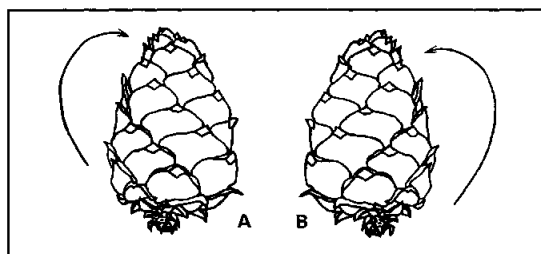


図2. 球果の鱗片の巻き方

A: 右巻き、B: 左巻き

細長い球果ほど、種鱗の先端部が外反する傾向にあった(写真3)。

種鱗は、中軸にらせん状に(らせん数は5)ついてしたが、その巻き方には、基部から頂部へ進むとして、左巻きと右巻きの両タイプがあり、左巻きタイプが多数を占めていた(図2)。

球果のサイズ

大きめの、いわゆる良果を30個選び、長さ、最

表2. 諸文献によるハイマツの球果および種子のサイズと形状

球		果	種		子	文 献
長さ(cm)	直径(cm)	形 状	長さ(mm)	幅(mm)	形 状	
3.5~4.5	2.8~3.2	卵状球形~卵形	11	7~8	倒卵形~倒卵状球形	宮部ほか,1920
3~4	2~2.5	卵 形	8	4.5	三角状倒卵形	岩田ほか,1954
3~5	3~3.5	卵状球形	8~12	4.5~8	倒 卵 形	林, 1960
5内外	—	卵状長だ円形	8	—	卵 形	北村ほか,1979

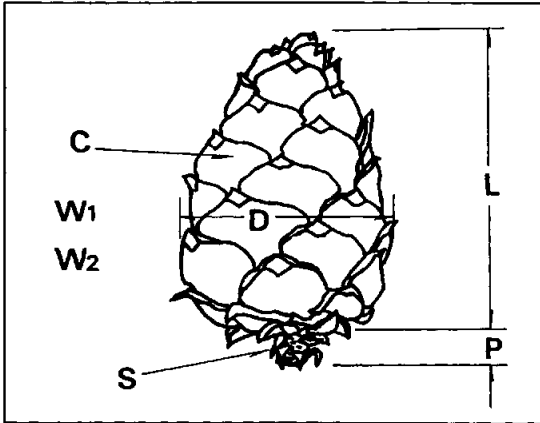


図3. 球果の測定箇所

L:長さ、P:球果柄の長さ、D:最大直径、
C:種鱗の数、S:果柄の鱗片の数、W₁:球
果の気乾重量、W₂:球果の絶乾重量

大直径、種鱗数などを測定した。測定箇所は、図3のようであった。

長さは40~58mmであり、平均値が48mmであった。最大直径の平均値が35mmであった。これらの数値は、諸文献の数値(表2)に比較して、いちじるしく大きいといえる。卵状長だ円形タイプが、長さにおいてとくに大きかった(写真3参照)。

採取後1週間の球果の気乾重量は、平均が19gであったが、14~29gという範囲にあって、良果であっても2倍もの差があった。気乾状態で50日間おいた後、80℃で24時間の絶乾状態にしたところ、その平均重量は11gに減った(表3)。

果柄

球果には、短かくて太い柄(果柄、Peduncle)がついていた。その長さや直径は、次のようであった

平均/最小~最大

長さ 6.8/6.0~7.4mm

直径 6.7/5.7~7.3mm

果柄には、小さく薄い鱗片(Scale)がついて

表3. 球果の測定値(30個)

長さ(mm)	直径(mm)	種鱗数	気乾重量(g)	絶乾重量(g)
48/40~58*	35/32~41	53/43~64	19/14~29	11/9~12**

* 平均/最小~最大, ** 10個の値

いた。これは15個くらいついていて、長さが4~6mmあり、成熟果では脱落したのもあった。これは、雌花が開くまでの保護物(花芽の芽鱗)とみられる。

種 鱗

球果をむしって、種鱗、果柄の鱗片、そして種子をグルーピングしたら、写真4のようになった種鱗の形状

種鱗(果鱗、Cone-scale)は、上半部の外側の露出部(Apophysis)、下半部(基脚、Scale-base)、へそ(Umbo)、竜骨(Transverse Keel)、梗部

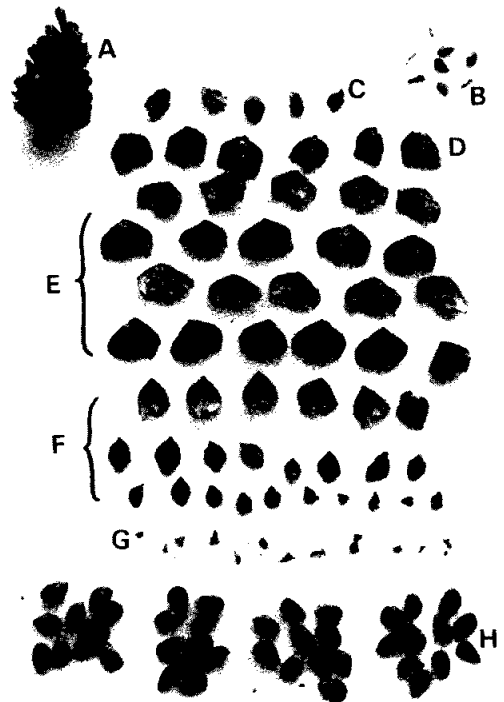


写真4. 球果の解剖

A:むしられた球果、B:不稔種子、C:不稔種子をもつ頂部の種鱗、D:成熟種子を1個もつ種鱗、E:成熟種子を2個もつ種鱗、F:不稔種子をもつ基部の種鱗、G:果柄の鱗片、H:成熟種子

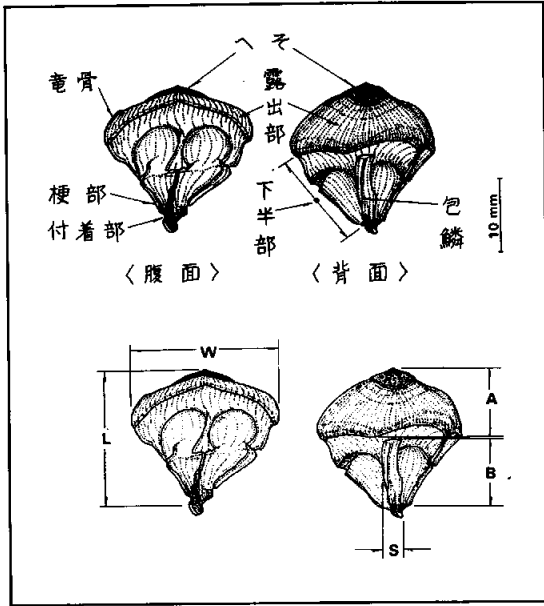


図4. 種鱗の各部分の名称と測定箇所

A: 露出部の長さ、B: 包鱗の長さ、S: 包鱗の幅、W: 種鱗の幅、L: 種鱗の長さ

(Pedicel)、附着部 (Junction) などから構成されている。

露出部は、厚く、厚さ2mmくらいあり、偏菱形をし、細かい縦溝が走り、成熟・乾燥すれば褐色になった。その上端のへそは、偏菱形で、黒褐色をし、幅が4~7mm、高さが2~4mmであった。露出部は、竜骨を経て、内側にも狭くみられた。

下半部は、広い楔状であり、露出部より薄く、暗赤褐色をし、内側に2個の、種子を抱く凹みがあった (図4)。

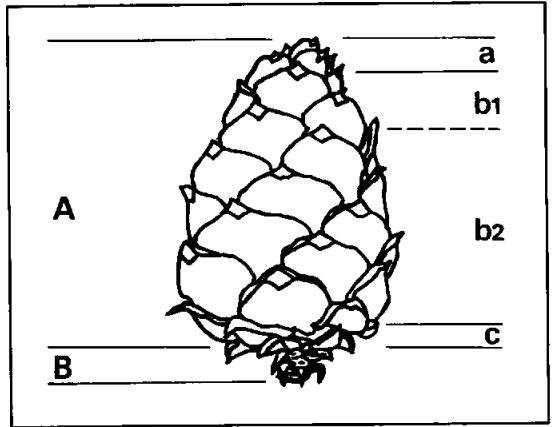


図5. 種鱗のサイズと成熟種子の位置

A: 種子をもつ厚い鱗片 (種鱗)、B: 果柄の鱗片、a: 不稔種子をもつ頂部の種鱗、b₁: 成熟種子を1個もつ上部の種鱗、b₂: 成熟種子を2個もつ上~下部の種鱗、c: 不稔種子をもつ基部の種鱗

あった (図4)。

種鱗は、成熟しても、ほとんど開裂せず、絶乾状態にしても、上部を除くと、種子がこぼれ落ちなかった。

種鱗のサイズ

種鱗は、それが球果に占める位置によってサイズが異なった。それで、これらを、サイズと成熟種子の数とから、頂部、上部、上~中部、中~下部、および基部に区分した (図5)。

頂部の種鱗は、平均4個と少なく、幅が狭かった。基部のそれは、数が多く、20個くらいあり、小さく、下半部が発達せず、サイズにも大小があ

表4. 種鱗および包鱗の測定値 (各部10個)

位置	種		鱗				包		鱗
	数	成熟種子数	長さ(mm)	幅(mm)	露出部長(mm)	重さ(g)	長さ(mm)	幅(mm)	
頂部	4/3~7*	0	16/15~18	8/6~12	7/6~8	0.12**	11/10~11	5/4~6	
上部	7/3~13	1	19/18~20	13/9~17	9/8~10	0.18	11/10~12	7/6~9	
上~中部		2	20/19~21	16/11~19	10/9~12	0.22	12/11~14	6/5~9	
中~下部	22/14~29	2	21/19~22	20/19~21	11/9~12	0.28	11/10~12	6/4~9	
基部	20/15~25	0	10/6~15	9/4~15	—	0.05	—	—	

*平均/最小~最大, **気乾重量

って、その差異が3倍にもなった。

中～下部の種鱗が最も大きく、長さが21mm、幅が20mm、露出部の長さが11mmあり、気乾重量が0.28gあった(表4)。

全種鱗数の平均値は53個であったが、43～64個の範囲にあり、数の変異がかなり大きかった。このことが、各球果の成熟種子の数に大きく影響していた。

包 鱗

包鱗 (Bract-scale) は、暗赤褐色をし、種鱗の外側につき、膜質で、狭いT字形ないし太いI字形をし、長さが11mm、幅が6mmほどであった(図4、表4)。

種 子

種子には、成熟種子 (Mature seed) と、不稔種子 (しいな、Sterile seed) とがあった。1球果当りの成熟種子数は、平均が49個であり、40～60個の範囲にあった。

種鱗の位置	頂部	上部	上～下部	基部	計
成熟種子数	0	7/3~12	44/28~54	0	49/40~65

以下には、成熟種子について記載する。

種鱗数の平均が53個であり、1種鱗に2個の胚珠がついたのであるから、種子の成熟率は46%であった。

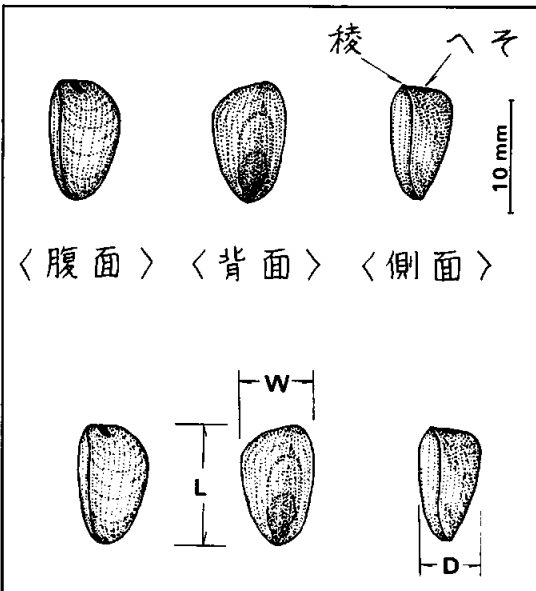


図6. 種子の形状と測定箇所

L:長さ、W:幅、D:厚さ

表5. 種子のサイズ (各20個)

区 分	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)
大 粒	10.8/10.3 ~11.2*	6.9/6.1 ~7.4	5.4/4.7 ~6.2
小 粒	9.3/8.2 ~10.1	5.4/4.8 ~6.6	4.8/3.5 ~5.6
全平均	10.0	6.1	5.1

*平均/最小~最大

種子の形状

ハイマツの種子は、ほぼ倒卵形であり、無翼種子 (Wingless seed) であった。種子は、種鱗に対して、腹側が帯紫褐色ないし暗褐色をし、背側が褐色ないし淡褐色をしていた。両者の境界部には、弱い稜があった。腹側の先端部の内側には、小さい黒紫色の、長さが1～2mmの点(種子のへそ、Hilum)があった(図6)。

種子のサイズ

種子のサイズは、球果の大きさと、種鱗の位置とによって異なり、下部の種子が大きく、上部のものが小さい傾向にあった。

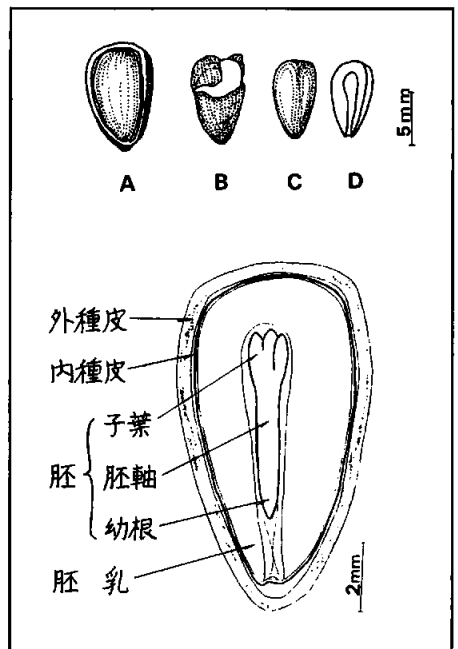


図7. 種子の内部構造

A: 背側の外種皮を除く、B: 内種皮と胚乳、C: 胚乳、D: 胚乳の縦断面

表 6. 種子の気乾重

気乾重量 (g)*	絶乾重量 (g)*	種皮重量 (g)**	胚乳・胚重量 (g)**
0.16/0.14 ~0.18	0.13	0.075	0.072

*100個、** 10個 (平均 0.147g)

良果の種子を、大粒と小粒とに分けて、長さ、幅および厚さを測定したら、表5のようであった。これらの数値は、諸文献(表2)の数値とほとんど差がない。

種子の重量は、気乾が0.16/0.14~0.18g であって、絶乾では100個平均で0.13g となった。種皮が厚く、固くて、耐乾性がきわめて大きいといえる(表6)。

種子の構造

種子を縦切りした。その内部構造は、図7のようであった。

種皮 (Seed coats, spermoderm) の厚さは、0.4mm くらいであったが、これは外種皮 (Outer seed coat, episperm, 種殻, Testa) の厚さである。内種皮 (Inner seed coat, endopleura; 薄被, Tegmen) は、薄く、紙質で、淡褐色であった。外種皮の外側にも、とくに背側には、膜質の付着物がみられた。

種皮および胚乳 (Albumen)・胚 (Embryo) の気乾重を測定したら、10個平均では、それぞれ、0.075g および0.072g であった(表6)。

胚乳は、黄白色をし、脂質で、食用になり、長さが8.7/8.2~9.3mm であった。

胚は、小さく、細く、長さが5mm くらいであった。

要 約

1981年9月上旬に採取したハイマツの球果および種子の形態を測定して、次のような知見を得た。

1. 知床峠では、1981年がハイマツの2年生球果の豊作年であった。
2. 球果の形状として、卵形のものが多くみられた。その測定値は長さが40~58mm、直径が32~41mm、気乾重量が14~29g、絶乾重量が9~12g であった。
3. 果柄は短かく、長さ・直径とも約7mm であり、15個くらいの鱗片がついていた。

4. 種鱗数は1球果に43~64個であったが、成熟種子をつけたものは、頂部と基部を除き、17~49個であった。
5. 種鱗の測定値は、中~下部のものでは、長さが19~22mm、幅が19~21mm、露出部の長さが9~12mm、気乾重量が0.28g であった。
6. 包鱗は膜質で、長さが10~12mm、幅が4~9mm であった。
7. 成熟種子数は1球果に40~65個であって、全種子数に対して46%の成熟率であった。
8. 成熟種子は長さが8~11mm、幅が4~8mm、厚さが3~6mm、気乾重量が0.14~0.18g、絶乾重量が0.13g であった。
9. 内部構造では、外種皮は固く、厚さが0.4mm であり、内種皮は薄かった。種皮の気乾重量が0.075g、胚乳・胚の重さが0.072g、胚乳の長さが8.7mm、胚の長さが5mm であった。

付記 チョウセンゴヨウとハイマツ

この両種は、成熟してもほとんど開裂しない種鱗をもち、種子に翼がない(図8)。従って、これらの種子散布は、動物による隠匿貯蔵方式以外にはありえないと考えられる。

両種の球果および種子を比較すると、チョウセンゴヨウはハイマツに対して、球果の長さ、種子の重さ、種皮の厚さで2~3倍大きく、球果の重さでは10倍ほども大きい(表7)。

ここで、隠匿貯蔵をする動物を選ぶと(宮木ほか、1980; 清棲、1978; ほか)、小哺乳類では、エゾリス、シマリス、エゾアカネズミが、鳥類ではホシガラスがあげられる。これらの小動物は、球果のまま(部分的に種鱗を除くこともある)運ぶのがふつうであるが、運搬者と球果の重量が問題となる。表7の数値は気乾重量であるから、生重量はこれらより少なくとも1.5倍くらい重いはずである。

小動物の体重は、およそ次のようである。

エゾリス (*Sciurus vulgaris*) 300g (宮木ほか、1980)

シマリス (*Tamias sibiricus*) 106*g

エゾアカネズミ (*Apodemus ainu*) 35~50*g

*中田圭亮氏の資料による。

ホシガラス (*Nucifraga caryocatactes japonica*) 145~213g (清棲, 1978)

これからみると、ハイマツの球果はどの動物にも運ばれるが、チョウセンゴヨウの球果を運べるのは、エゾリスに限られるとみられる。ただし、種子を取出して運ぶことは、他の3種でも可能であろう。それでも、1mmにも達する厚い種皮のため、ホシガラスにはチョウセンゴヨウの種子を利用できないのではなからうか。

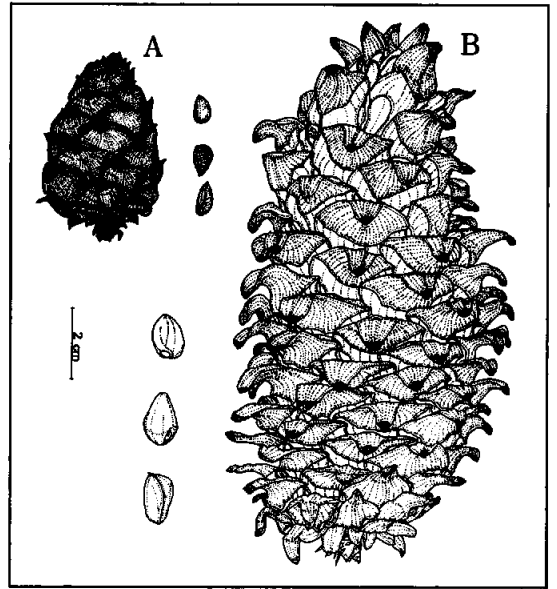


図8. ハイマツとチョウセンゴヨウの球果と種子
A:ハイマツ、B:チョウセンゴヨウ

表7. ハイマツとチョウセンゴヨウの球果と種子の比較

種	球 果			種			子			文 献
	長さ(cm)	直径(cm)	気乾重量(g)	長さ(mm)	幅(mm)	長さ(mm)	気乾重量(g)	種皮厚(mm)	種子数(個/果)	
<i>Pinus pumila</i> ハイマツ	4.0~5.8	3.2~4.1	14~29	8~11	4~8	3~6	0.14~0.18	0.4	40~65	本研究
<i>P. koraiensis</i> チョウセンゴヨウ	9~18	5~8	100~350	15	10	7	0.6	0.9	50~170	宮本ほか、1980;ほか

参 考 文 献

青井俊樹、1981: 知床半島におけるヒグマについて。大泰司編「知床半島自然生態系総合調査報告書(動物篇)」、p. 126~144、北海道。
 浅川澄彦・勝田 柁・横山敏孝編著、1981: 日本の樹木種子、針葉樹編。150pp., 林木育種協会。
 ブロムレイ、G. F.・藤巻裕蔵・新妻昭夫訳、1972: 南部シベリアのヒグマとツキノワグマ。134pp., 北苑社。
 林 弥栄、1960: 日本産針葉樹の分類と分布。570pp., 農林出版。
 Ito, Ko. and Nishikawa, T., 1976: Alpine communities of the northern Taisetsu mountain range (1) — Air-and soil-temperature, soil acidity, and a cyclical change of the Vaccinio-Pinetum pumi-

lae. Rep. Taisetsuzan Inst. Sci., Asahikawa Col. Hokkaido Univ. of Education, 11:1~18.
 岩田利治・草下正夫、1954: 邦産松柏類図説。247pp., 産業図書。
 北村四郎・村田 源、1979: 原色日本植物図鑑、木本編。II、545pp., 保育社。
 清棲幸保、1978: 日本鳥類大図鑑。I、652pp., 講談社。
 Mirov, N. T., 1967: The Genus *Pinus*. 602pp., The Ronald Press Company, New York.
 宮部金吾・工藤祐舜・須崎忠助、1920: 北海道主要樹木図譜。I、114pp., 北海道庁。
 宮木雅美・宮木都子、1980: 森の造林家エゾリス——チョウセンゴヨウの種子を埋める。北方林業、32: 205~209。
 ネチャエフ、V. A.・藤巻裕蔵訳、1979: 南千鳥の

- 鳥類。200pp., 日本鳥学会。
- 大井次三郎、1965：日本植物誌（顕花篇）。1,560 pp., 至文堂。
- 沖津 進、1979：北海道産ハイマツの生長様式——ハイマツ群落の動態（2）。日林北支講集、**28**：108～110。
- 斎藤新一郎、1976：苗木育成からみた樹木種子の運搬者としての鳥類の役割について。鳥、**25**：41～46。
- 鮫島惇一郎・佐藤 謙ほか、1981：知床半島自然生態系総合調査報告書、総説・植物篇。180 pp., 北海道生活環境部自然保護課。
- 沢田利農夫、1928：本邦産主要林木種子の鑑別法。朝鮮林試報、**8**：1～139。
- 館脇 操、1935：北日本におけるハイマツの分布。生態学研究、**1**（1）：23～36。
- Vanderwall, S. B. and Balda, R. P., 1977：Coadaptations of the Clark's Nutcracker and the pinon pine for efficient seed harvest and dispersal. Ecol. Monogr., **47**：89～111（菊沢喜八郎抄訳、1977：ホシガラスにおけるマツ類種子の採取とマツ類における種子分散との相互適応。日林誌、**59**：286）。

Morphological studies on the cones and seeds of *Pinus pumila* Regel collected at the Shiretoko Peninsular, easternmost Hokkaido.

Shin-ichiro Saito

Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido 079-01.

Summary

The Shiretoko Peninsular is one of the largest habitat of *Pinus pumila* in Hokkaido. In early September of 1981, large mature cones were collected from the pine thicket at the road-side of the Shiretoko Pass of Route 334, about 750 m above the sea level (Fig. 1). Outlines of the thicket were 1.9 to 3.1 m in crown height, 6 to 16 cm in trunk diameter at 0.3 m high, and 21 to 108 in annual rings at 0.2 to 0.5 m high above the ground.

The results studied were as follows:

1. The year of 1981 was a bearing year of the biennial cones of pine at the site collected. However, this year was a off year of the annual cones (Photo. 1).
2. Mature cones were mainly ovoid in shape, brown in color, 40 to 58 mm in length, 32 to 41 mm in diameter, 14 to 29 g in air-dry weight, and 9 to 12 g in heater-dry weight (Fig. 3, Table 3 and Photo. 3).
3. The peduncle of cone was thick and short, about 7 mm both in length and in diameter, with small, thin scales of about 15 in number. The peduncle-scars have remained for several years (Fig. 3 and Photos. 2, 4).
4. Numbers of cone-scales were 43 to 64 per cone, but mature seeds were born on 17 to 49 large cone-scales. Top and bottom cone-scales were small and bore sterile seeds (Fig. 5 and Table 3).

5. The cone-scale was rhombate; the apophysis was brown and flat-rhombate, the umbo was black-brown and rhombate, and the scale-base was dark red-brown and cuneate, with a pair of holes for seeds at the inner side(Fig. 4).
6. The largest cone-scales, situated at the central part of a cone, were about 2 mm in thickness, 19 to 22 mm in length, 19 to 21 mm in width, 9 to 12 mm in apophysis length, and 0.28 g in air-dry weight(Figs. 4, 5, Table 4 and Photo. 4).
7. The bract-scales were small, thin, dark red-brown, 10 to 12 mm in length, and 4 to 9 mm in width(Fig. 4 and Table 4).
8. Numbers of mature seeds were 40 to 65 per cone, and the rate of seed maturity per cone was 46 % (Table 4).
9. Mature seeds were wingless, obovoid, purplish brown at the ventral side and brown at the dorsal side, with a ridge at the border of both sides, 8 to 11 mm in length, 4 to 8 mm in width, 3 to 6 mm in thickness, 0.14 to 0.18 g in air-dry weight, and 0.13 g in heater-dry weight(Fig. 6 and Tables 5, 6).
10. The outer seed coat was hard and thick, 0.4 mm in thickness, and the inner seed coat was membranous; both seed coats were 0.075 g in air-dry weight. The albumen was 8.7 mm in length and the embryo was 5 mm in length; the albumen and embryo together were 0.072 g in weight(Fig. 7 and Table 6).
11. Cones of *Pinus pumila* can be transported for scatter-hoarding by the red squirrel, *Sciurus vulgaris* (about 300 g in weight), the Siberian squirrel, *Tamias sibiricus* (100 g), the Japanese field mouse, *Apodemus ainu*(40 g), and the Japanese nutcracker, *Nucifraga caryocatactes japonica* (180 g), but cones of *P. koraiensis* can not be transported by them except the red squirrel, in comparison of weight between cones and transporters(Fig. 8 and Table 7).