

平成 19 年度修士論文

北アルプス上ノ岳（北ノ俣岳）における  
ニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*)  
雌成鳥の交尾産卵期・抱卵期の採食戦略

Feeding strategy of female Japanese rock ptarmigans  
(*Lagopus mutus japonicus*) at breeding season  
in Mt. Kaminodake, the Northern Japanese Alps.



2008 年 3 月 自然環境保全学専攻  
大村顕介

## 目次

p

1. はじめに	
1. 1. ニホンライチョウの生活史と高山植生	1
1. 2. ニホンライチョウ繁殖ステージと雌成鳥の行動制限	5
2. 調査地の概要とライチョウの巣	
2. 1. 調査地の概要	8
2. 2. ライチョウの巣	11
3. 調査方法と調査期間	
3. 1. 採食物とついでみ速度調査	12
3. 2. 採食植物の化学成分分析	12
3. 3. 縄張り内の植生調査	13
3. 4. 雌の移動ラインおよび移動ライン上の植生調査	16
3. 5. 地形および消雪状況調査	16
3. 6. 離帰巣調査	
3. 6. 1. 端子の位置変化調査	17
3. 6. 2. 巣端の端子と雌成鳥との位置関係の変化調査	17

## 4. 結果

- 4. 1. 交尾産卵期および抱卵期の雌成鳥の採食物 . . . . . 20
- 4. 2. 交尾産卵期および抱卵期に利用可能な植生と採食割合 . . . . . 22
- 4. 3. 採食植物の累積ついでみ割合 . . . . . 24
- 4. 4. 採食部位 . . . . . 26
- 4. 5. ついでみ速度 . . . . . 27
- 4. 6. 交尾産卵期の1日のついでみ . . . . . 28
- 4. 7. 交尾産卵期と抱卵期の主要採食植物の栄養 . . . . . 29
- 4. 8. 消雪と植物の分布
  - 4. 8. 1. 消雪ラインとハイマツ群落高による消雪順序の推測 . . . 31
  - 4. 8. 2. 消雪順序と主要採食植物および非採食植物の分布 . . . 35
- 4. 9. 雌成鳥の利用環境
  - 4. 9. 1. 雌成鳥の移動ルート上の植生 . . . . . 40
  - 4. 9. 2. 雌成鳥の移動ルート上の植生とついでみ割合 . . . . . 42
  - 4. 9. 3. 交尾産卵期および抱卵期の利用場所 . . . . . 44
- 4. 10. 離巣
  - 4. 10. 1. 巣中央と巣端の温度変化と端子の位置 . . . . . 47
  - 4. 10. 2. 巣中央の温度変化 . . . . . 48
  - 4. 10. 3. 巣端の温度変化 . . . . . 49
  - 4. 10. 4. 離巣頻度と離巣時間 . . . . . 51

5. 考察	
5. 1. 交尾産卵期の雌成鳥の栄養要求と採食	53
5. 2. 抱卵期の雌成鳥の採食	54
5. 3. 抱卵期の雌成鳥の採食制限	
5. 3. 1. 温度記録による離巢の判定	55
5. 3. 2. 離巢行動から判断した抱卵期の採食制限	57
5. 4. 交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の採食戦略	
5. 4. 1. 採食植物の生活型と採食戦略	58
5. 4. 2. 採食植物の分布様式と採食戦略	59
5. 4. 3. 採食量の推定	60
6. 総合考察	
6. 1. ライチョウの消化	61
6. 2. 天候と採食	63
6. 3. ライチョウの縄張りの立地	64
7. 摘要	65
8. 引用文献	67
9. 付図 付表	71
10. 謝辞	76

## 1. はじめに

### 1. 1. ニホンライチョウの生活史と高山植生

ニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) は日本の中部山岳地帯の高山帯に生息するキジ科の鳥である。現在、南アルプス、北アルプス、頸城山系において生息が確認されている。ライチョウ属は周北極地域に広く分布しており、ニホンライチョウは日本にのみ生息する固有亜種である。過去に八ヶ岳、中央アルプス、白山で地域絶滅が起こっており、生物多様性保全の観点から注目を要する種と言える。高山で生活を完結させる生物の中では最も大型であり、人を恐れないうえに観察も容易であることから、高山の指標種としての役割も期待される。さらにニホンライチョウは高山植物とともに氷河期の遺残種であると指摘されており (藤巻 2002)、その主要な採食物が高山植物である (富山雷鳥研究会 2002) ことから、ニホンライチョウの分布、生活史は高山植物との関わりが深いと考えられる。

近年、地球規模の気候変動の影響は極地、高山帯などに顕著に現れるという指摘 (Chapin *et al.* 1995) があり、これを受けて日本でも Kudo ら (2003)、木村 (2006) により気候変動が高山植物に及ぼす影響について検証が行われている。また、ヒマラヤの氷河の後退 (KADOTA *et al.* 1992)、ケニヤ山のチンダル氷河の後退と植物の前進 (水野 2003) といった、高山における気候変動の影響を指摘する報告が多数ある。

消雪時期と植物群落の間には関係がある (Mizuno 1991, 水野 1999) (図一1)。これは、植物の光合成可能な期間に対する適応戦略、耐凍性などが関係している。

消雪時期は植物の光合成期間を制限する。消雪時期のずれが植物の光合成戦略の違いによって高山植生の多様性を生むと考えられる。また、工藤 (2000) は消雪時期が高山植物のフェノロジーに与える影響も指摘している。

一方で、雪は植物を低温と乾燥から守る役割も果たしている。植物は自ら体温を維持することが出来ないため、低温に対しては雪による保護の他には耐凍性で対応することしか出来ないといわれている (Levitt 1980)。

高山植物の場合は、雪が強風で吹き飛ばされる風衝地に生育する植物の耐凍性は高く、積雪地で越冬する植物の耐凍性は低い (Sakai & Larcher 1987a)。

積雪地で越冬する植物は雪に埋もれている間は安定して0℃付近に保たれることで、乾燥害を避けられると考えられている（酒井 1982a）。このように積雪と植物の耐凍能力の差によって植生の多様性が生み出されていると考えられる。消雪時期が変動した場合には、その植物の耐凍性によっては構成種の中から篩い落とされる可能性がある。

この他、融雪から供給される水分も植物の分布を決める要因として注目されている（渡辺 1986）。以上より、高山植物の分布とフェノロジーにとって積雪の分布と消雪時期は重要であり、その変動によって植物の分布に変化が起こることは十分に考えられる。

消雪時期は高山植物と関係の深いニホンライチョウの繁殖にも影響すると考えられる。

ニホンライチョウの繁殖ステージはつがい形成期、交尾産卵期、抱卵期、育雛期に分かれている（図一1）。つがい形成期は5月頃、交尾産卵期は6月上旬から中旬頃、抱卵期は6月中旬から7月中旬頃の約21日間で、孵化は7月上旬に集中する（大村 2006）。この中で、消雪時期に当たる交尾産卵期および抱卵期はニホンライチョウの種存続にとっても重要な時期といえる。北アルプス立山室堂ではニホンライチョウの雛の孵化率と生残率が調べられており（肴倉 2005）、1腹卵数が平均5.89個に対して、孵化数は平均3.89羽、9月の生残数は平均0.89羽となり、孵化後の生存率が著しく低いことがわかっている。ニホンライチョウは多くの卵を産み、多く孵化させ、その中で生き残る雛を期待していると考えられる。故に多くの卵を産み、多くの雛を孵すためには交尾産卵期と抱卵期の縄張り環境が重要になると言える。ニホンライチョウの縄張りはつがい形成期から抱卵期にかけて形成される。この間、雄成鳥が縄張りの防衛に当たっており、隣接する縄張りの雄成鳥や、つがいを形成できなかった雄成鳥が縄張り内に侵入するのを防いでいる。

北アルプスではニホンライチョウのつがい形成期には裸地しか露出しておらず（図一1）、交尾産卵期の頃に高山荒原、ハイマツ群落が露出してくる。消雪の時期が早まれば縄張りとして利用できる環境が広がるのか、あるいは、消雪の時期の早まりを受けて高山植生が変化し、縄張り環境を失うのか、広がるのかといったことを議論するためには、縄張りを利用する交尾産卵期、抱卵期の

採食様式を調べ、ライチョウが必要としている繁殖環境について検討する必要がある。

しかしながら、ニホンライチョウの生態調査は、ほとんどの山域において断続的な調査にとどまり、継続的に観察が行われているのは北アルプス立山室堂のみである。これはニホンライチョウの生息している高山帯の調査条件が厳しいためと考えられる。高山環境の変化がニホンライチョウに及ぼす影響を考察するには、数多くの研究事例を積み重ねる必要があると言える。

消雪時期 植生	6月		6月			7月		8月	
	裸地	荒原	ハイ マツ	ヒース	森林	高茎	広葉	雪田 2   1	荒原
ライチョウの生活史	縄張り形成期		交尾産卵期			抱卵期		育雛期	

図一1. 消雪時期と北アルプスの植生およびニホンライチョウの生活史 (Mizuno, 1991; 水野, 1999 より作成)



## 1. 2. ニホンライチョウの繁殖ステージと雌成鳥の行動制限

ニホンライチョウ雌成鳥は、交尾産卵期には雄成鳥が縄張りを防衛しているために餌資源が確保でき、採食時間、行動に制限がかからない。このため、雌は十分な餌資源を探索し摂取することができると考えられる。

しかし、抱卵期には雌は抱卵のために採食行動を制限される。抱卵期の雌成鳥は採食のために1日約4回巣を離れる(高橋 2007)。巣を離れることを離巢、巣に帰ることを帰巢と言い、両方の行動を合わせて離帰巣と言う。また、巣を離れている時間のことを離巢時間と言う。

育雛初期には抱雛行動によって採食時間を制限される(大村 2006)。抱雛とは寒い時に母鳥の腹の下に雛が入り、採暖することである。

抱卵期の制限は、採食時間と採食場所の両方に対して働いているが、育雛初期の抱雛行動による制限は荒天時や朝夕の冷え込み時に限られ、行動範囲に制限を受けていないために、抱卵期にかかっているほどの強い制限ではないと考えられる。

雌が孵化を成功させるためには、抱卵期により少ない離巢回数、より短い離巢時間で巣に戻ることで卵の温度を一定に保ち、かつ自身の体を維持するのに最低限の栄養を摂取することが重要であると考えられる。

以上より、雌成鳥は交尾産卵期には良質の卵を多く産み、かつ抱卵期に耐えられるだけの栄養を蓄えるために良質の餌資源を求め、抱卵期には採食の効率性を重視して餌資源を求めるといった採食戦略をとる可能性がある。

ニホンライチョウの採食物については、安間(2005)、蓬田(2006)、杉田(2007)に詳しく、安間は北アルプス立山室堂において交尾産卵期の雌について採食物を調査し、蓬田は南アルプス北岳において抱卵期、育雛初期、育雛後期の雌について採食物を調査している。また、杉田(2007)は北アルプス上ノ岳において交尾産卵期、抱卵期、育雛初期、育雛後期の雌について採食物を調査している。これらの一連の研究から、雌の採食物が主に植物であること、雌の移動ルート上に優占している植物で採食可能な植物を多く採食することが示され、植物のフェノロジーに応じて採食内容に変化が生じることが報告されている。

また、WILIAMS ら(1980)は、植生条件の異なる場所に野外ケージを作り、その中にニホンライチョウの近縁種であるカラフトライチョウ (*Lagopus*

*Lagopus*) の捕獲個体を入れて採食物を調べ、囲い内の植生と採食植物のついでみ割合との関係からカラフトライチョウの採食植物の嗜好性について論じ、ヤナギ科の花序および葉は、囲い内の被度に対して著しく利用率が高く、嗜好度が高いことを報告している。これはカラフトライチョウの食性には嗜好性があり、嗜好性の高い植物が多くある場所で活動している個体の方が、繁殖および生存において有利であることを示唆する。日本の高山植物の場合は融雪の傾度に沿った分布をしている（水野 1999、工藤 2000）。このため、雌の採食植物は縄張り内で不均一に分布しており、雌は交尾産卵期と抱卵期で、行動に対する制限要因、栄養の要求度、採食戦略に応じて縄張り内の植生を使い分けているのではないかと考えた。

採食戦略については、蓬田（2006）は南アルプス北岳において、雌成鳥の抱卵期のついでみ速度は他の時期よりも著しく速いことを報告している。したがって抱卵期には、速度を上げてついでみやすい形状の植物を多く利用する可能性がある。

以上より、本研究では、交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の植生に対する採食戦略を考察するために、

1. 採食物
2. 採食植物の利用部位および生活型
3. 採食植物の栄養
4. ついでみ速度
5. 消雪順序と採食植物の分布
6. 利用場所

について調べることにした。

さらに、抱卵期における雌成鳥の採食時間制限の問題があり、これまでに雌の離巢回数と離巢時間を調べる方法が検討されてきた。これは抱卵期の離巢回数、離巢時間、ついでみ回数、採食物、採食物の栄養が判明すれば、将来的に栄養学的環境収容力という概念からライチョウの縄張りを理解し、保全、保護に役立てられると考えられているためである。

抱卵期の離巢時間についてはデータロガー付サーミスタ温度計を巣に仕掛け、温度記録から離巢時間を調べる方法が検討されてきた。栗原（2003）は温度計

を巣の中心部に埋める方法を検討したが、端子がうまく反応しないケースが多く、端子が卵の熱の影響を強く受けたと考えられた。これを改善するために高橋（2007）は巣の端に端子を仕掛ける方法を検討した。その結果、温度変化のパターンを9種類に分類し、室内実験によって端子と熱源である雌および卵との位置関係が温度変化のパターンを生み出すと考察した。また、卵下や巣材に端子が埋まった場合は温度変化が小さくなり、離帰巣の読み取り精度が落ちることを指摘し、卵から1 cm程度離れた場所に端子を設置するのが良いとしている。このような場所は、巣中央部の卵の上と、巣端が考えられる。しかし、巣に仕掛けた端子は、転卵、つつきだし、雌成鳥の出入りにより端子自体の位置が変化する可能性がある。また、端子自体の位置が変化しない場合には雌成鳥との位置関係が変化する可能性がある。

端子自体の位置の変化についてはこれまで検討されていない。端子がライチョウの体温に最も近い温度を記録するのは巣の中央部と考えられ、巣中央卵から約1 cm上に端子を設置し、端子の位置が大きく動かなければ最も正確に離帰巣を読み取れる温度を記録できると考えられる。

また、雌は上から見るとティアドロップ型をしている。直径15 cmほどの円形の巣端に端子を仕掛けた場合、雌のポジションによって端子と雌の位置関係が変化すると考えられる。

そこで、高橋（2007）の成果に基づき、

7. 端子の位置が巣内で変化するか
8. 端子に対して雌の位置が変化するか

について検討し、調査方法の確立に向けて研究を行うこととした。

## 2. 調査地の概要とライチョウの巣

### 2. 1. 調査地の概要

調査は富山県富山市南東部の北アルプス上ノ岳（北ノ俣岳）山頂部で行った（図一2）。山頂の標高は2,661mであり、高山帯の様相を呈する。主稜線は南北に走っており、西側斜面は礫塊斜面であり斜面下部（亜高山帯付近）ではハイマツ群落が発達する。稜線部東側斜面には雪溪が見られ、雪溪の周辺には雪田群落、雪溪の下部には高層湿原が出現する。稜線部西側には風衝地群落が発達し、稜線部東側にはハイマツ群落およびササ群落が発達する（図一3）。

また、富山県富山市南東部の北アルプス太郎山（2,372m）付近でも離巢調査の一部を行った（図一2）。太郎山は概してなだらかな地形であり、高層湿原が発達する。上ノ岳とは植生の特徴が大きく異なることから、太郎山では離巢行動の調査法確立の研究に限定して行った。



図一 2. 調査地



図一 3 . 調査区の地形と植生景観

## 2. 2. ライチョウの巣

ライチョウの巣は交尾産卵期および抱卵期の雌を追跡し続けることによって発見した。

上ノ岳山頂部においては 2006 年 5 月下旬から 6 月中旬にかけて雌の追跡を行った結果 3 つの巣を発見した。また、同地において 2007 年 6 月下旬に 2 つの巣を発見した。

太郎山から太郎平小屋周辺においては 2006 年 7 月上旬に 1 つの巣を発見した。また、2007 年 7 月上旬に 1 つの巣を発見した。

上ノ岳山頂部で発見された合計 5 つの巣では雌の離巣時の移動ライン、採食物、離巣行動の調査法確立の研究を行い、太郎山付近で発見された合計 2 つの巣では離巣行動の調査法確立の研究を行った。

### 3. 調査方法と調査期間

#### 3. 1. 採食物とついでみ速度調査

交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の採食内容を調べるために、上ノ岳山頂部に縄張りを持つ雌成鳥を対象に調査を行った。

交尾産卵期の雌成鳥については発見し次第追跡を開始し、家庭用ビデオカメラで撮影を行った。抱卵期については雌が離巢するのを待ち、離巢し次第追跡を開始し撮影を行った。そして、映像から研究室において採食物の同定を行った。映像から種同定が困難であった植物として、スノキ属クロウスゴ、オオバスノキ、マルバウスゴ、ウラジロハナヒリノキについてはスノキ属として、イネ科とカヤツリグサ科についてはイネ科・カヤツリグサ科としてまとめた。また蘚苔類と地衣類については蘚苔類としてまとめた。同様に種同定が困難であった昆虫は、昆虫として記載した。

また、ビデオの映像中、ついでみをはじめた時点から 10 秒間のついでみ回数を数え、ついでみ速度 (回/s) を算出した。さらに、交尾産卵期に雌成鳥が 1 日でどれだけの頻度でどれだけついでみしているかを見積もるために 2006 年 6 月 6 日に直接観察から、雌成鳥のついでみ回数を 1 分毎に記録した。

調査は 2006 年 5 月下旬から 2006 年 7 月上旬にかけて行われた。

#### 3. 2. 採食植物の化学成分分析

植物の化学成分分析についてはライチョウの主たる採食物と積算優占度の高かった植物種を対象に分析を行った。分析項目は粗タンパク質、NFE、粗脂肪、粗灰分、NDF、ADL、ADF である。粗タンパク質については②、NFE については③、ADL については④式から求めた。

$$\text{粗タンパク質} = \text{全窒素含有量} \times 6.25 \quad \text{②}$$

$$\text{NFE} = 100 - (\text{粗タンパク質} + \text{粗脂肪} + \text{粗灰分} + \text{NDF}) \quad \text{③}$$

$$\text{セルロース含量} = \text{ADF} - \text{ADL} \quad \text{④}$$

採取は、交尾産卵期は 2006 年 5 月 31 日～6 月 5 日、抱卵期は 2006 年 6 月 23 日～7 月 11 日にかけて行った。

#### 3. 3. 縄張り内の植生調査



ライチョウの採食や移動が縄張り内の植生とどのように対応しているかを調べるために、ライチョウの縄張り内の植生調査を行った。

上ノ岳山頂付近の縄張りの1つを含むように約200m×200mを設置し、内部を相観によってA、B、C、D、E、F1、F2、G、Hの9つの植生区に区分した(図-4)。調査区の外周と植生区の境界は測量用GPS(Ashtech社 Pro-mark II)によって測量して図化した。調査区の概況を図-4に示す。

植生調査はD区を除くA、B、C、E、F1、F2、G、H区については1m×1mのコドラートを30個設置して行った。D区については面積が小さかったためにコドラートは15個設置した。

測定項目は被度、高さ、頻度であり、以下の式によって各植生区における各植物のSDR<sub>3</sub>および調査区内全体での各植物のSDR<sub>3</sub>を求めた。

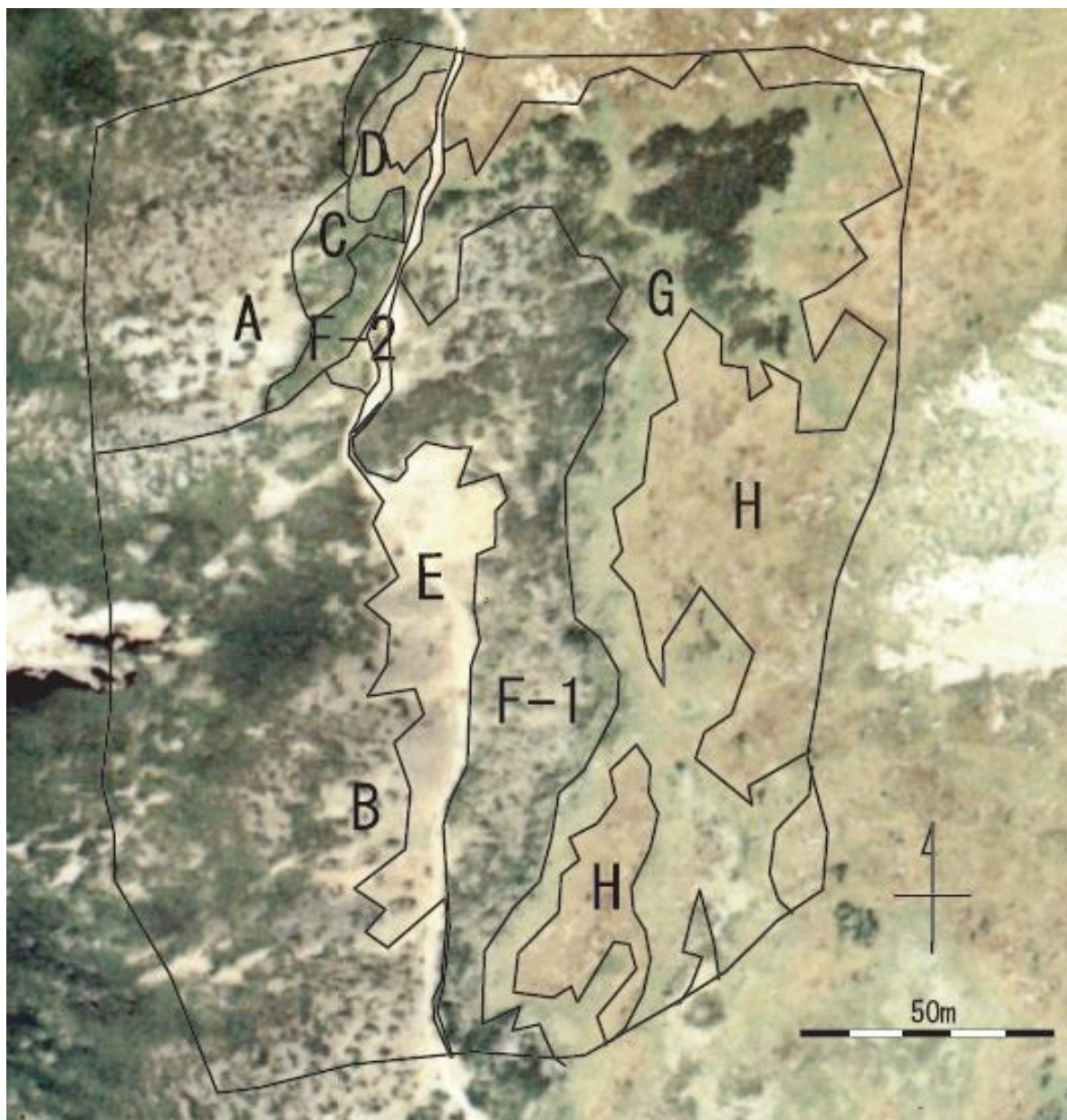
$$SDR_3 = (\text{被度比数} + \text{高さ比数} + \text{頻度比数}) / 3$$

種同定が困難であったセリ科、イネ科、カヤツリグサ科、ヒカゲノカズラ科については科名で記載し、ハクサンシャクナゲとキバナシャクナゲについてはシャクナゲとして記載した。蘚苔類と地衣類については合わせて蘚苔類として記載した。

生活型は地上部の形態を沼田(1978)の分類に従った(表-1)。調査は2007年8月中旬に行われた。

表一1. 植物の生活型分類

記号	生活型	
e	直立型	地上部の主軸のはっきりしたもの
t	叢生型	イネ科やカヤツリグサ科のように株をつくるもの
b	分枝型	地上部の主軸のはっきりしないもの
pr	一時(部分)ロゼット型	はじめロゼット型でのちに直立茎がのびるもの
ps	偽ロゼット型	ロゼット葉をつけたまま葉をつけた直立茎がのびるもの
r	ロゼット型	ロゼット葉しかつくらぬもの
p	匍匐型	匍匐茎をのばし地上をはうもの
l	つる型	つるをのばし巻きついたり、よりかかるもの
sp	とげ型	とげをつけるもの



図一 4 . 調査区の概況

### 3. 4. 雌の移動ラインおよび移動ライン上の植生調査

交尾産卵期と抱卵期における雌成鳥の縄張り内の利用状況を調べるために、雌の移動ラインと移動ライン上の植生調査を行った。

交尾産卵期の雌成鳥については発見し次第追跡を開始した。抱卵期については雌が離巢するのを待ち、離巢し次第追跡を開始した。交尾産卵期については水系を雌の移動跡に張っていき、抱卵期については、ナンバープレートをとっていき、後ほど水系を張った。

移動ラインの記録には水系ないしナンバープレートに沿って測量用GPSを用いて測量して図化した。

移動ライン上の植生については蓬田（2006）と同様の方法を用い、水系を基線として1 mおきに1 m×1 mのコドラートを設置し、植生調査を行った。方法は調査区内の植生調査と同様である。

### 3. 5. 地形および消雪状況調査

上ノ岳山頂部で2006年および2007年に発見された5つの巣とその縄張りを含むようにGPS測量を行い、調査地全体の地形図を作製した。地形図はコンピュータ上で作図し、等高線幅は1 mとした。測量は2006年9月中旬に行った。

消雪とライチョウの採食植物の分布との関係を調べるために、消雪状況を調査した。2006年5月30日、6月14日、6月29日、2007年6月25日に積雪地と無積雪地の境界を測量用GPSで測量、図化した。

さらにハイマツ群落高と積雪深には関係性が見られ、沖津ら（1983）は、3月中旬の積雪深が300 cm程度までの場所にハイマツ群落は分布し、積雪深が大きくなるにしたがって、ハイマツ群落高も高くなることを示した。ただし、この関係は完全な線形ではなく、積雪深約150 cmから300 cmまではハイマツ群落高が積雪深より低くなる。これは、ハイマツが積雪期に雪に被圧されているためである。このようにハイマツ群落高と積雪深は正確ではないが関係が見られ、消雪の順序を推測するのに役立つと考えられる。そこで、植生調査の結果からハイマツの高さを抜き出して平均し、雪解けの順序を推測した。

### 3. 6. 離巢巣調査

データロガー付温度センサー（コーナシステム社 KADEC）を用いて雌の離巢巣を調べる方法の精度を上げるために、現地実験を行った。

#### 3. 6. 1. 端子の位置変化の調査

抱卵中に端子の位置が変化する可能性を検証するために、巣端と巣中央卵上にサーミスタ温度計端子を1つずつ設置し、雌の離巢時に端子の位置を確認した（図一5）。

さらに、巣中央に端子を設置した場合、卵下、卵上とでどちらの温度が不安定になるか検証するために、巣中央卵上および巣中央卵下にサーミスタ温度計端子を1つずつ設置した（図一6）。

また、各現地実験中に巣に設置した温度計との比較のために、使用した巣と同じハイマツ群落内の地表にサーミスタ温度計端子を設置し、対照区とした（図一5、図一6）。

温度はそれぞれ1分毎、同時刻に記録した。

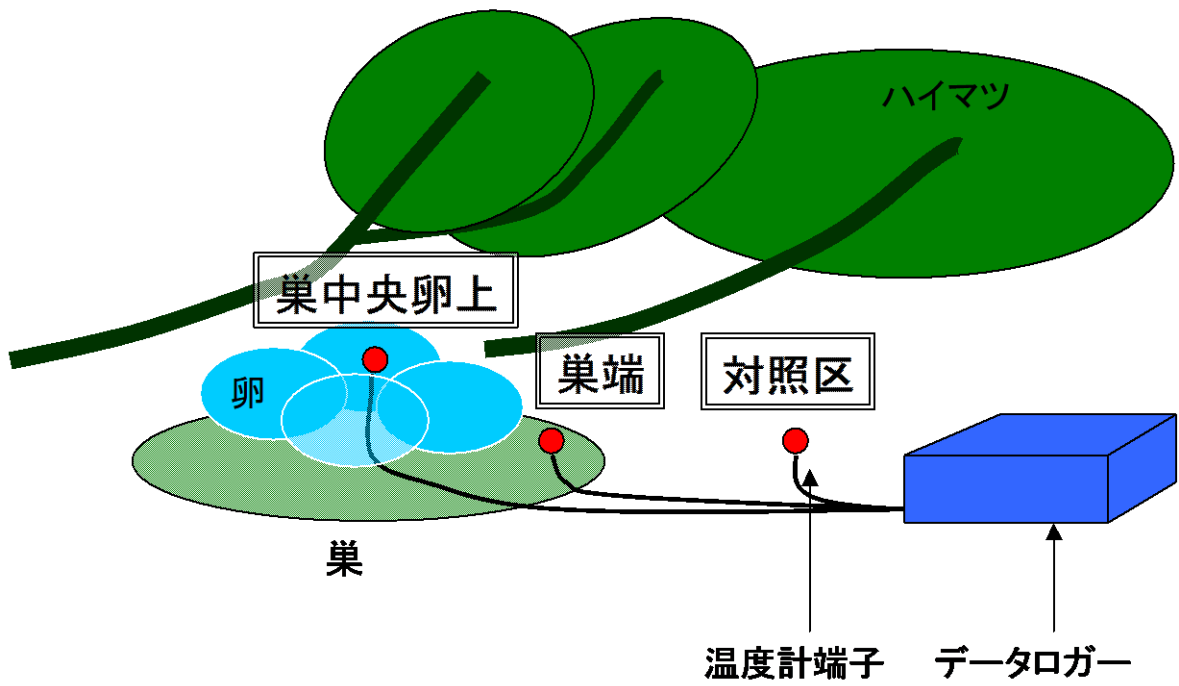
調査は2007年7月上旬に行った。

#### 3. 6. 2. 巣端の端子と雌成鳥との位置関係の変化調査

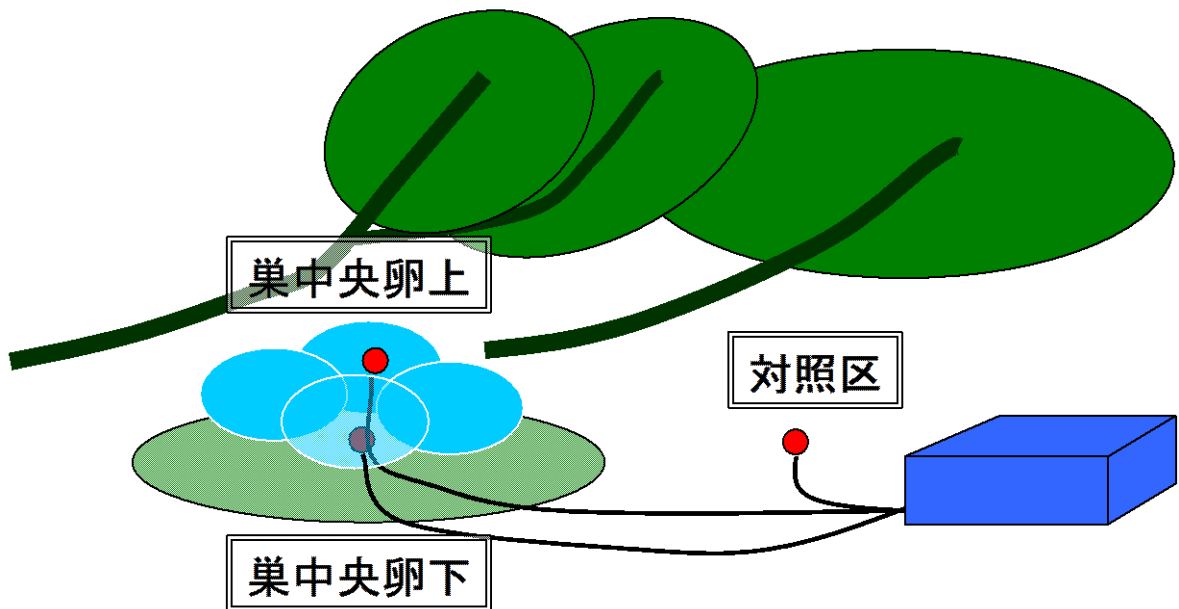
帰巢時のポジション変化および巣内での雌のポジション変化が、測定された温度にどのように影響するかを検討した。

温度計端子は、雌がどの向きになっても、雌の体に近い端子と遠い端子の温度を測定できるように円形の巣の端に3本を等間隔に設置した。測定は1分間隔で行った（図一7）。

雌のポジションを確認するために巣内をデジタルカメラで撮影しライチョウのポジションを記録した。観察は雌の離巢巣行動に影響が出ないように十分距離を置き、撮影は30分毎とした。また、離巢した場合には、帰巢時のポジションを同様に記録した。



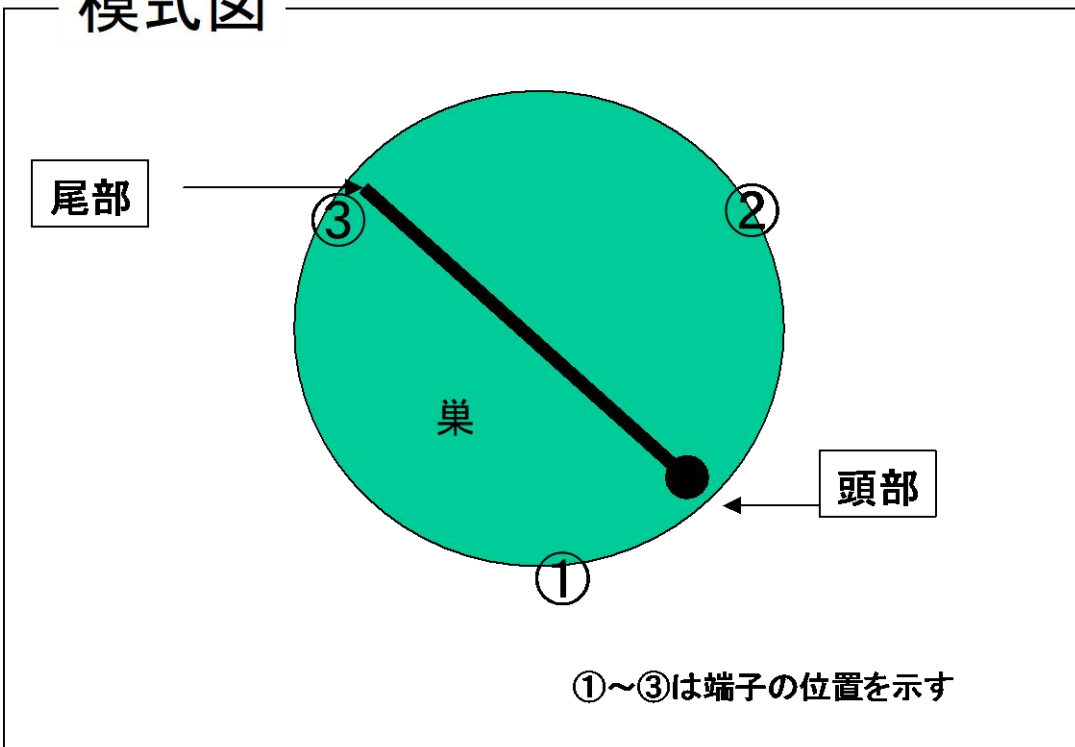
図一5. 端子の設置位置 1



図一6. 端子の設置位置 2



模式図



図一 7. 端子の設置位置 3

#### 4. 結果

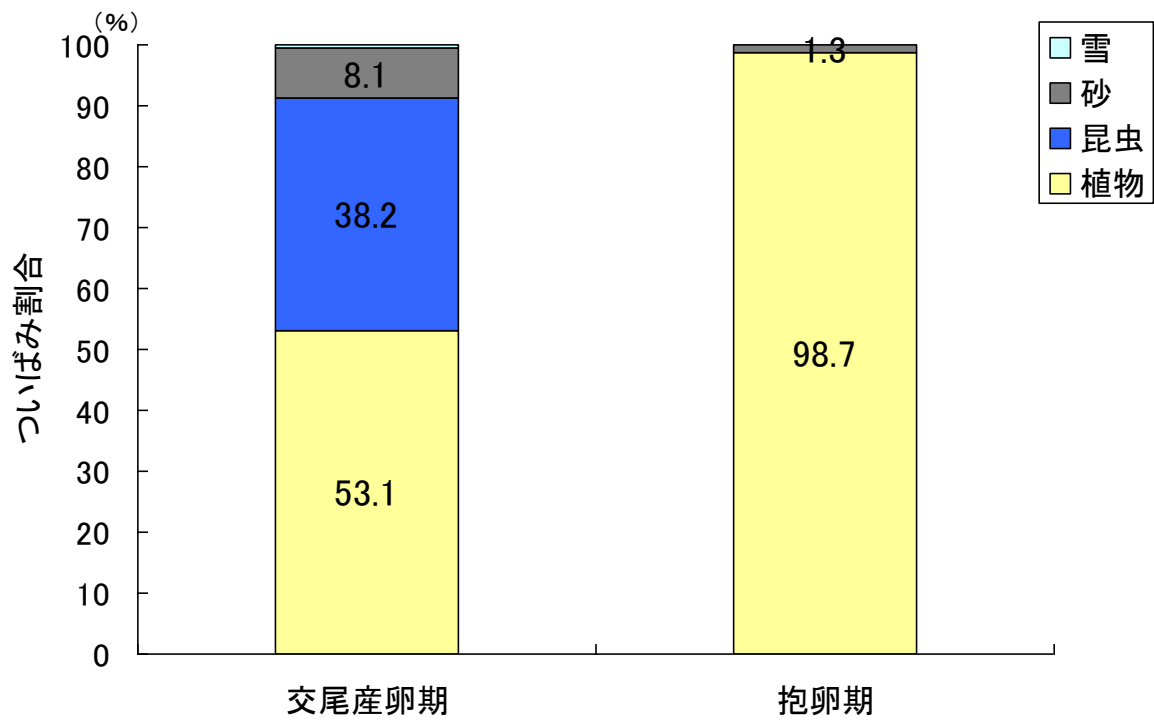
##### 4. 1. 交尾産卵期および抱卵期の雌成鳥の採食物

採食物調査の結果を表—2、図—8に示す。

		採食物名	(%)	
			交尾産卵期	抱卵期
植物	常緑樹	ガンコウラン	13.4	40.3
		ミネズオウ	6.2	5.2
		コケモモ	4.7	12.6
		コメバツガザクラ	0.7	21.4
		シラタマノキ	0.1	
		ホンドミヤマネズ	0.5	1.0
		ハイマツ	0.4	
		小計	26.0	80.5
	落葉樹	ウラシマツツジ	0.1	
		チングルマ	0.1	1.5
		スノキ属spp.		
		スノキ属spp.	10.1	0.2
		クロマメノキ	11.6	12.4
		ダケカンバ	0.5	
	小計	0.7	1.5	
	草本植物	ヒメイチゲ	0.2	1.8
		ミヤマアキノキリンソウ	+	0.6
		カヤツリグサ科spp.イネ科spp.	4.4	1.8
		小計	4.6	4.1
	動物	動物	動物	0.1
昆虫		昆虫	38.2	
その他		砂	8.1	1.3
		雪	0.5	
		落ち葉	+	
		小計	8.7	1.3
		合計	100.0	100.0
		総ついばみ回数	13161回	3310回

+は0.1以下を示す。





図一 8. 交尾産卵期と抱卵期の採食物

植物の採食については交尾産卵期に 53.1%であるのに対し、抱卵期には 98.7%に増加した。

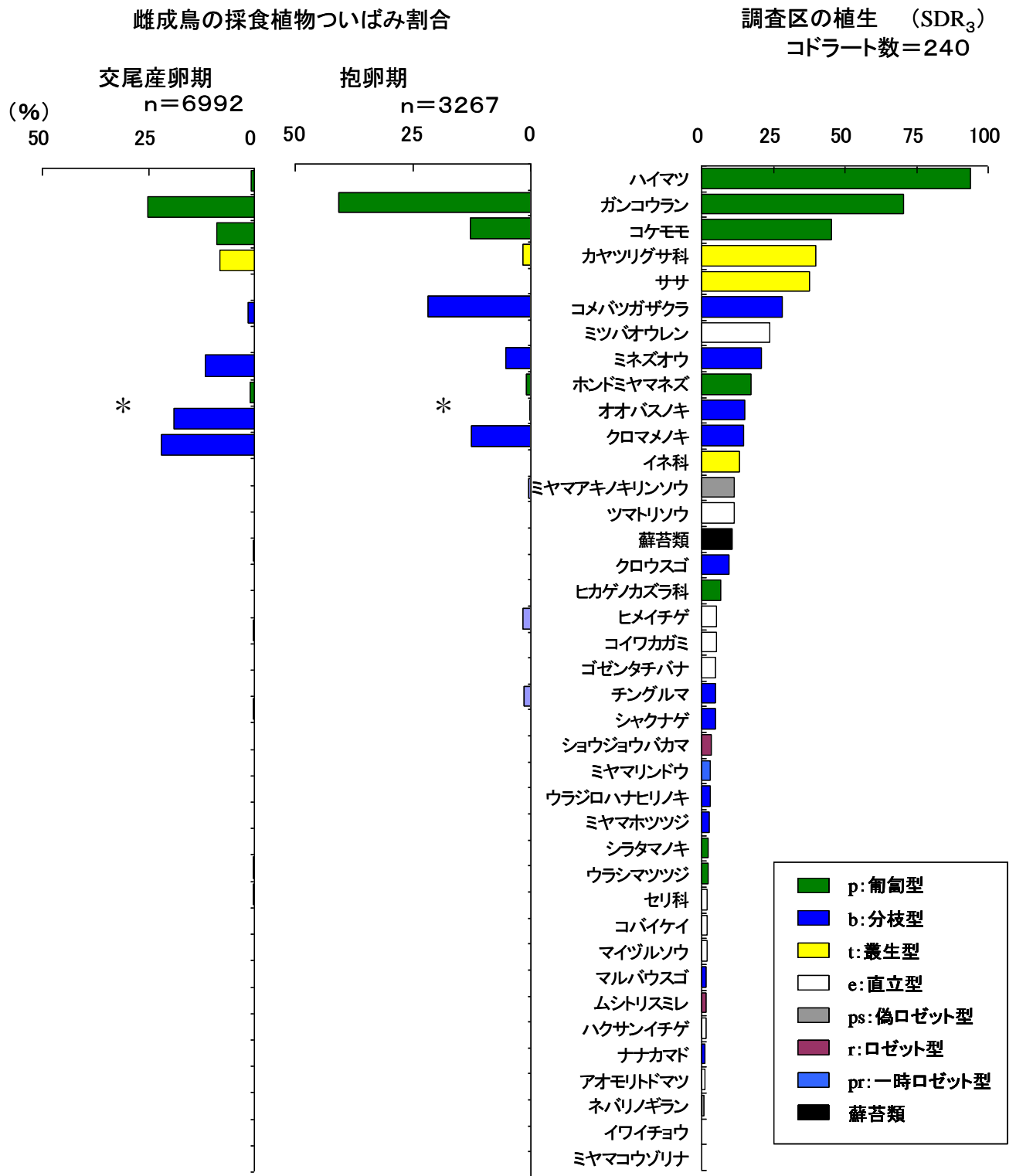
交尾産卵期には昆虫のついでみ割合が 38.2%見られたが、抱卵期には昆虫の利用はなかった。また、交尾産卵期には砂の採食割合が 8.1%と抱卵期 (1.3%) よりも高くなっている。

#### 4. 2. 交尾産卵期および抱卵期に利用可能な植生と採食割合

交尾産卵期および抱卵期に露出していた植生区A、B、C、D、E、F 1、F 2、Gの植生と交尾産卵期と抱卵期の採食植物のつばみ割合（昆虫、砂、雪、落ち葉を含まない）を図—9に示す。

縄張り内の植生は匍匐型、分枝型、叢生型の植物が優占しており、直立型やロゼット型の植物の優占度は低い。最も優占していたのはハイマツでSDR<sub>3</sub>は93.8である。

交尾産卵期、抱卵期ともにSDR<sub>3</sub>の高い匍匐型、分枝型の植物の利用が多い傾向が強い。また、叢生型の植物についても利用が見られる。

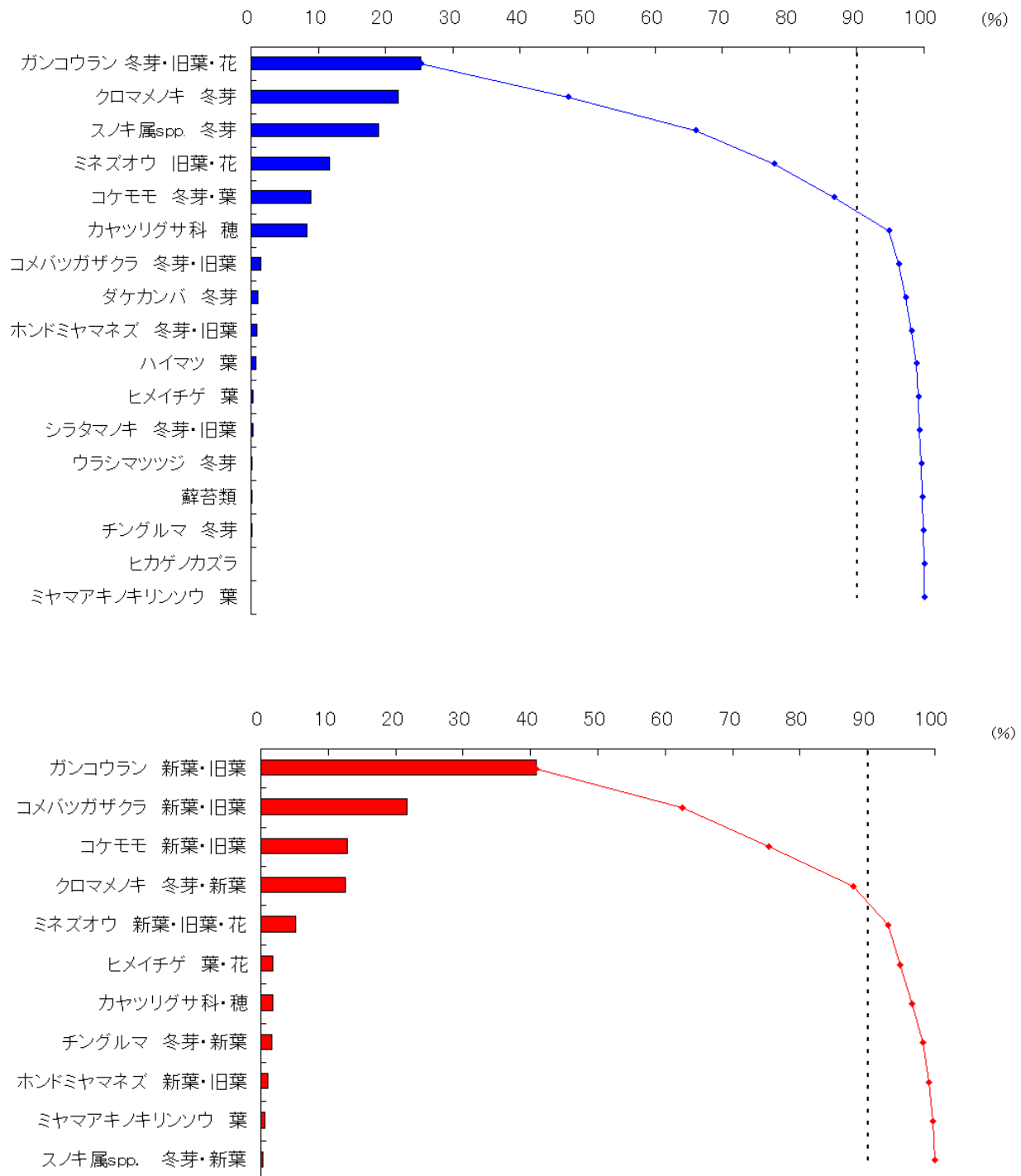


\* クロマメノキを除くスノキ属の採食割合は、オオバスノキとして示した。

図-9. 縄張り内の植生と採食植物

#### 4. 3. 採食植物の累積ついでみ割合

採食植物の累積ついでみ割合を図一10に示す。



図一10. 採食植物のついでみ割合

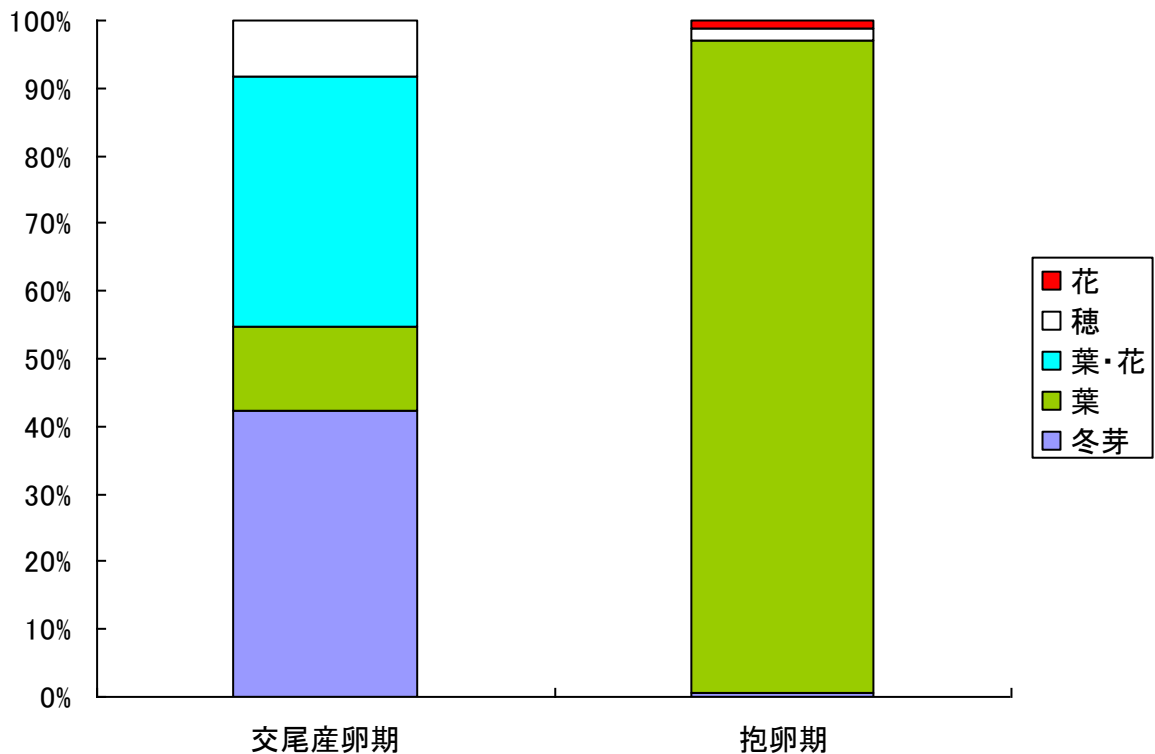
スノキ属については、クロマメノキ以外のスノキ属はスノキ属 spp. として扱った。交尾産卵期は採食植物全体のついでみ割合の 90%以上を構成するのは 17 品目中 6 品目であり、採食割合の高い順にガンコウラン、クロマメノキ、スノキ属 spp.、ミネズオウ、コケモモ、イネ科・カヤツリグサ科となった。

抱卵期は採食植物全体のついでみ割合の 90%以上を構成するのは 11 品目中 5 品目であり、ガンコウラン、コメバツガザクラ、コケモモ、クロマメノキ、ミネズオウであった。

交尾産卵期、抱卵期と両方の時期でついでみ割合の 90%以上を構成する品目は、ガンコウラン、コケモモ、ミネズオウ、クロマメノキの 4 品目である。スノキ属 spp.、カヤツリグサ科の 2 品目は交尾産卵期、コメバツガザクラは抱卵期でのみついでみ割合の 90%以上を構成する品目となった。

主要な採食植物の概観は付図—1、付図—2、付図—3 に示す。

#### 4. 4. 採食部位



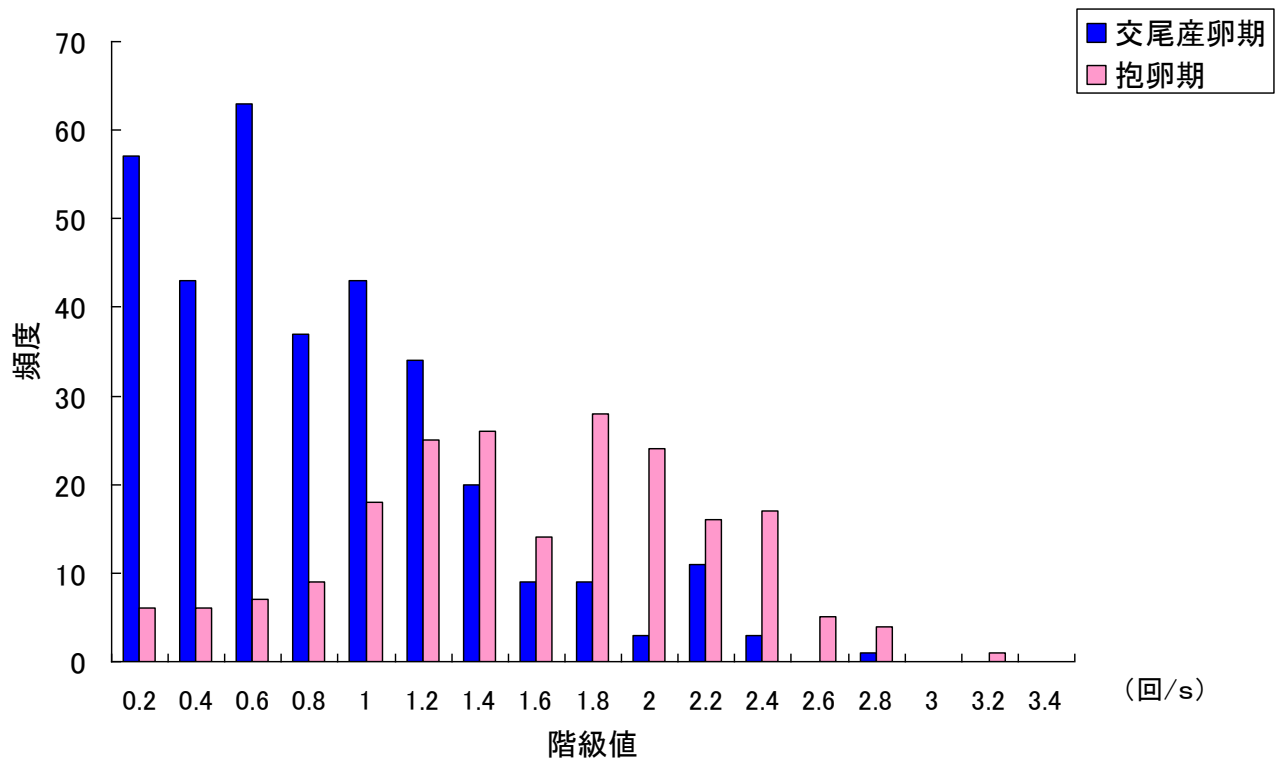
図一11. 交尾産卵期と抱卵期の採食植物の採食部位

交尾産卵期と抱卵期の、採食植物の採食部位別のついでみ割合を図一11に示す。

交尾産卵期は冬芽の利用が最も多く42.2%となり、次いで花・葉(37.3%)、葉(12.5%)、穂(8.3%)となった。抱卵期には葉の利用が最も多く96.2%を占め、次いで穂(1.8%)、花(1.2%)、冬芽(0.7%)となった。

主要な採食植物の中でガンコウランは、交尾産卵期に枝の先端部に目立たない小さな花をつけており、雌はガンコウランの葉とともに花も採食していた。また、ミネズオウは花、葉のいずれかが採食されていた。落葉性木本は交尾産卵期には冬芽の状態であったが、抱卵期には展開していた。交尾産卵期、抱卵期を通して、葉部(冬芽、葉、葉・花)の利用が90%を超え、叢生植物の穂の利用は抱卵期には減少した。

#### 4. 5. ついばみ速度



図—12. ついばみ速度

表—3. ついばみ速度

	平均	n	
交尾産卵期	0.8±0.5	333	**
抱卵期	1.5±0.6	206	**

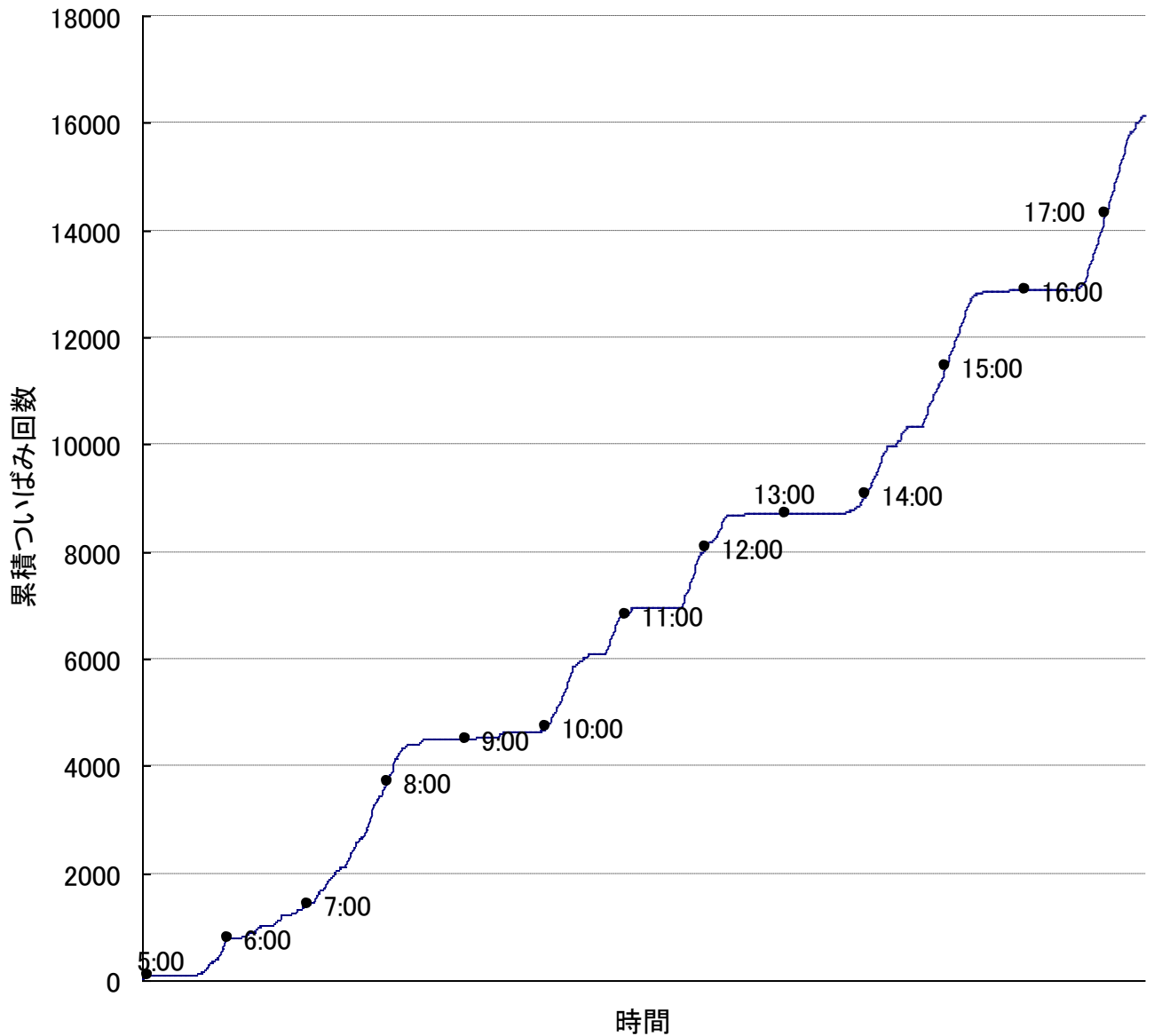
交尾産卵期と抱卵期の 10 秒間の平均ついばみ速度を図—12、表—3 に示す。

F test の結果、等分散性が仮定された ( $\alpha = 0.05$ )。

t-test の結果、抱卵期の 10 秒間のついばみ速度の平均値は交尾産卵期よりも有意に高かった ( $\alpha = 0.01$ )。

#### 4. 6. 交尾産卵期の1日のついでみ

2006年6月6日交尾産卵期の、雌成鳥の観察時間中の累積ついでみ回数を図—13に示す。

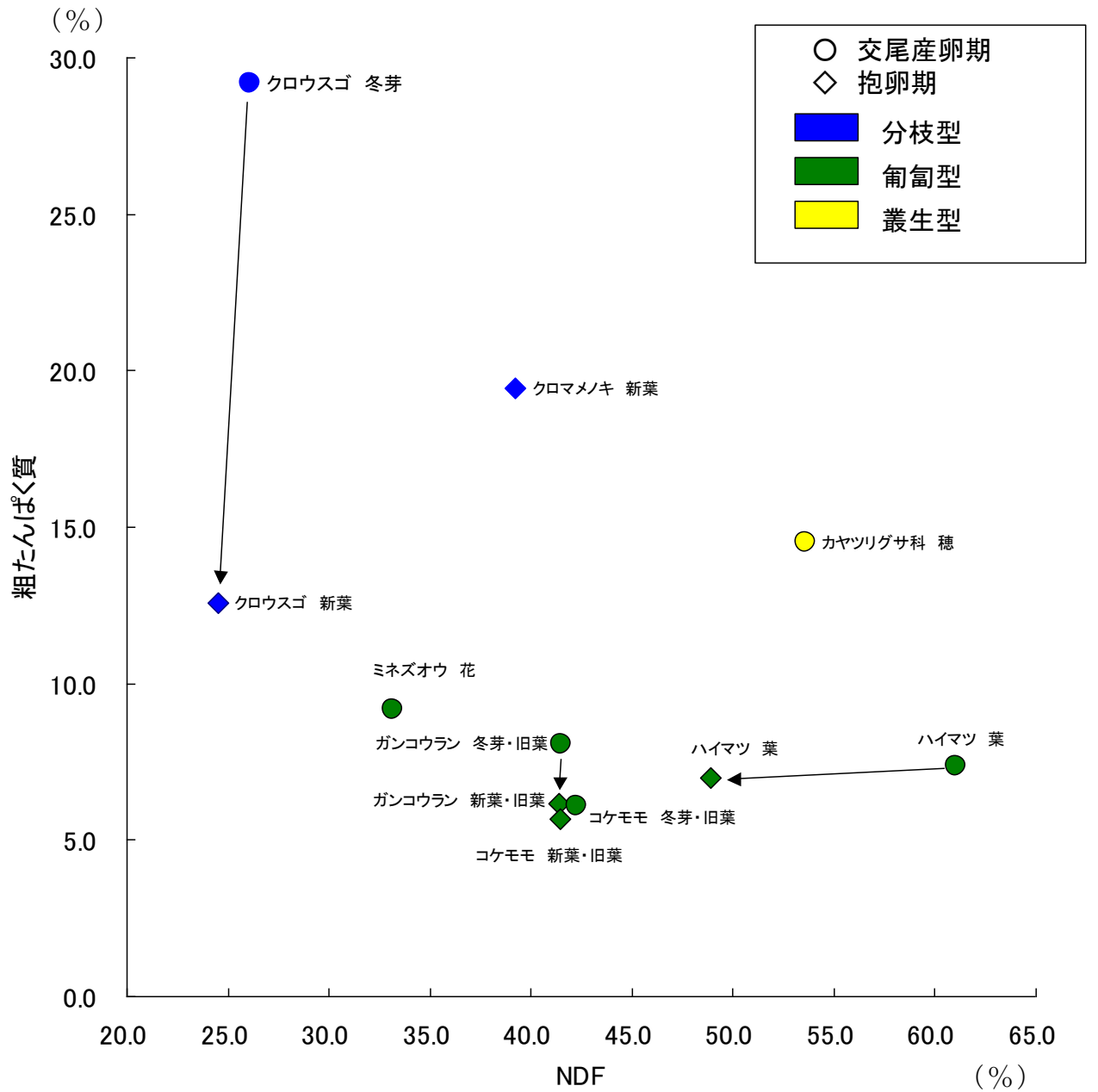


図—13. 1日の累積ついでみ回数

記録は4:57から17:30までとられた。およそ12時間30分の観察時間中の合計ついでみ回数は16,132回であった。累積ついでみ回数グラフは急勾配になる部分とついでみ回数が増えない部分が見られる。



4. 7. 交尾産卵期と抱卵期の主要採食植物の栄養



図一14. 交尾産卵期と抱卵木の主要採食植物の栄養

交尾産卵期と抱卵期において採食植物全体のついでみ割合の90%以上を構成する主要採食植物の中から、採取できた植物としてクロマメノキ、クロウスゴ（スノキ属）、ガンコウラン、コケモモ、カヤツリグサ科、SDR<sub>3</sub>の値は高いものの採食割合の低かった植物としてハイマツを選び、栄養分析を行った。NDFと粗たんぱく質の乾燥重量割合を図—14に示す。交尾産卵期にはフェノロジーの都合上クロマメノキを同定できなかったため、クロマメノキの葉に関しては抱卵期のみ分析となった。カヤツリグサ科の穂については抱卵期に十分な量の採取ができなかったため交尾産卵期のみ分析となった。

交尾産卵期の採食植物の栄養は、粗たんぱく質割合は高い順に、スノキ属クロウスゴの冬芽（29.2%）、カヤツリグサ科の穂（14.5%）、ミネズオウの花（9.2%）、ガンコウランの冬芽・旧葉（8.1%）、ハイマツの葉（7.4%）、コケモモの冬芽・旧葉（6.1%）となった。また、NDF割合は高い順にハイマツの葉（61.1%）、カヤツリグサ科の穂（53.6%）、コケモモの冬芽・旧葉（42.3%）、ガンコウランの冬芽・旧葉（41.5%）、ミネズオウの花（33.2%）スノキ属クロウスゴの冬芽（26.1%）となった。

抱卵期の採食植物の栄養は、粗たんぱく質割合は高い順に、スノキ属クロマメノキの新葉（19.5%）、スノキ属クロウスゴの新葉（12.6%）、ハイマツの葉（7.0%）、ガンコウランの葉（6.2%）、コケモモの葉（5.7%）となった。また、NDF割合の高い順にハイマツの葉（48.9%）、コケモモの新葉・旧葉（41.5%）、ガンコウランの新葉・旧葉（41.4%）、スノキ属クロマメノキの新葉（39.2%）、スノキ属クロウスゴの新葉（26.1%）となった。

交尾産卵期と抱卵期の両期に採集できた植物については、いずれも抱卵期に粗たんぱく質割合とNDFの両方が減少した。特に、クロウスゴの粗たんぱく質割合は冬芽から新葉になったことで半分以下に減少した。

その他の分析項目は付表—1に示す。

#### 4. 8. 消雪と植物の分布

##### 4. 8. 1. 消雪ラインとハイマツ群落高による消雪順序の推測

消雪ラインの測量結果を図-15 に示す。

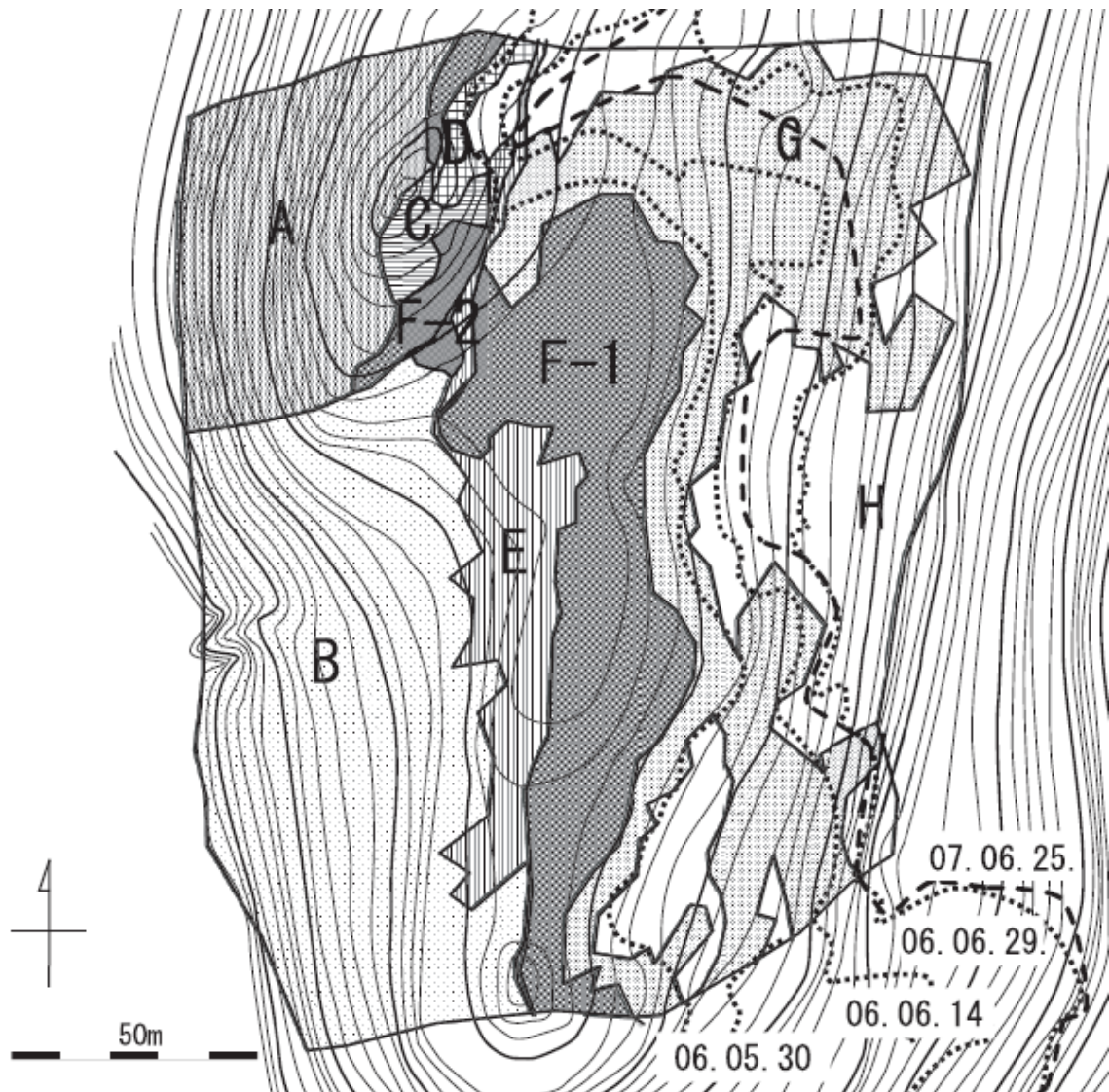


図-15. 調査区の消雪

2006年5月30日の時点で、既に西側斜面および稜線部のA、B、C、D、E、F1、F2区は露出しており、その後消雪はG区からH区へ向かって進んだ。また、5月4日にE区の露出を目視確認している。2007年6月25日の消

雪ラインは2006年6月29日の消雪ラインに近似した。消雪ラインの形状は年によって変化しないと言える。

したがって、消雪の順序は少なくともE（5月上旬）→A、B、C、D、F1、F2、D→G（6月上旬中旬）→H（6月下旬以降）の順に進むと言える。

A、B、C、D、F1、F2、Dの消雪順序を推定するために、植生調査の結果よりハイマツの高さのデータのみを抜き出し、各植生区でのハイマツの高さ（自然高）の平均を算出した（図-16 表-4）。

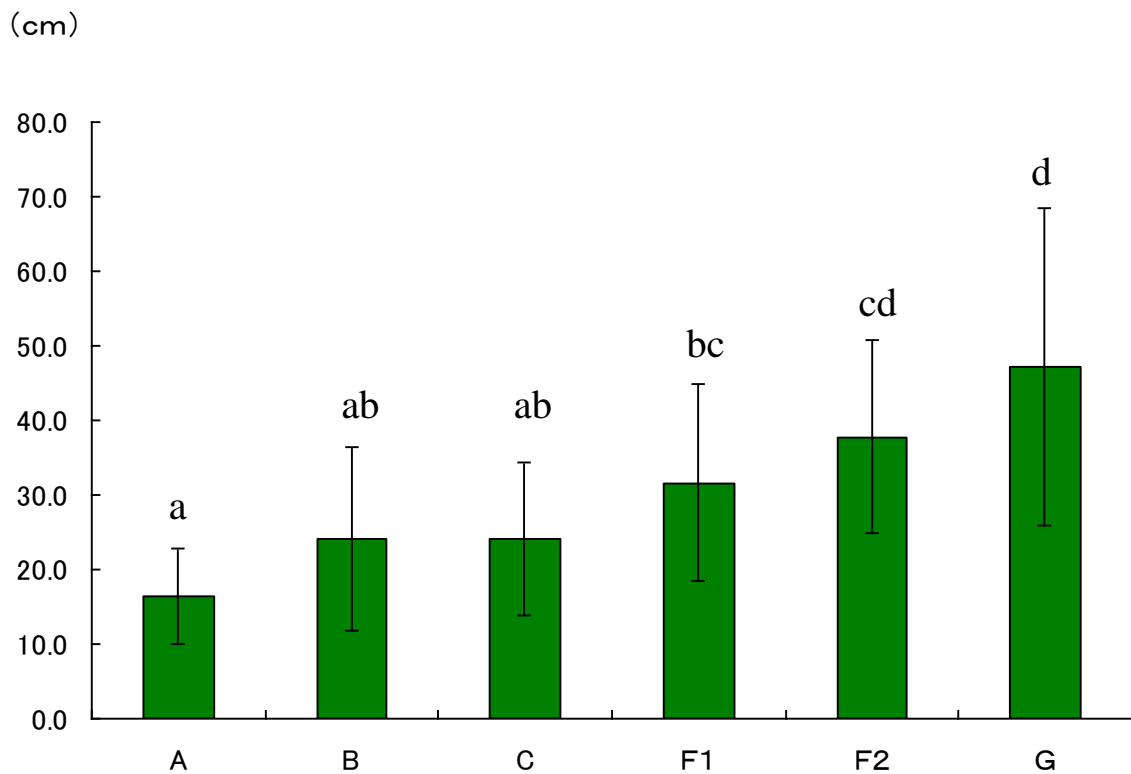


図-16. 各群落におけるハイマツの群落高の比較

表-4. ハイマツの平均群落高

	西側斜面		小ピーク		稜線部			東側斜面	
	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H
平均値	16.3	24.2	24.1	25.0	16.5	31.6	37.8	47.3	13.5
標準偏差	6.4	12.3	10.3		10.6	13.2	12.9	21.3	
n	27	25	21	2	4	20	29	11	2

ハイマツ群落が十分に発達しており、出現数が10以上の植生区について平均群落高（高さの平均）を比較した（Tukey-Kramer法  $p=0.05$ ）。E区については風衝地様、D、H区は雪田群落様であり、ハイマツはほとんど分布していなかったためにデータが少ないため、検定からはずした。結果を図-16に示す。

Gについては他の植生区よりも有意に群落高が高いという結果となり、A、B、C間、B、C、F1間、F1、F2間には有意差がないという結果になった。

そこで、西側斜面A、B区とそれに隣り合う小ピーク部のC区のデータ、稜線部のF1、F2区のデータをそれぞれ統合して同様に比較した結果を図-17に示す。

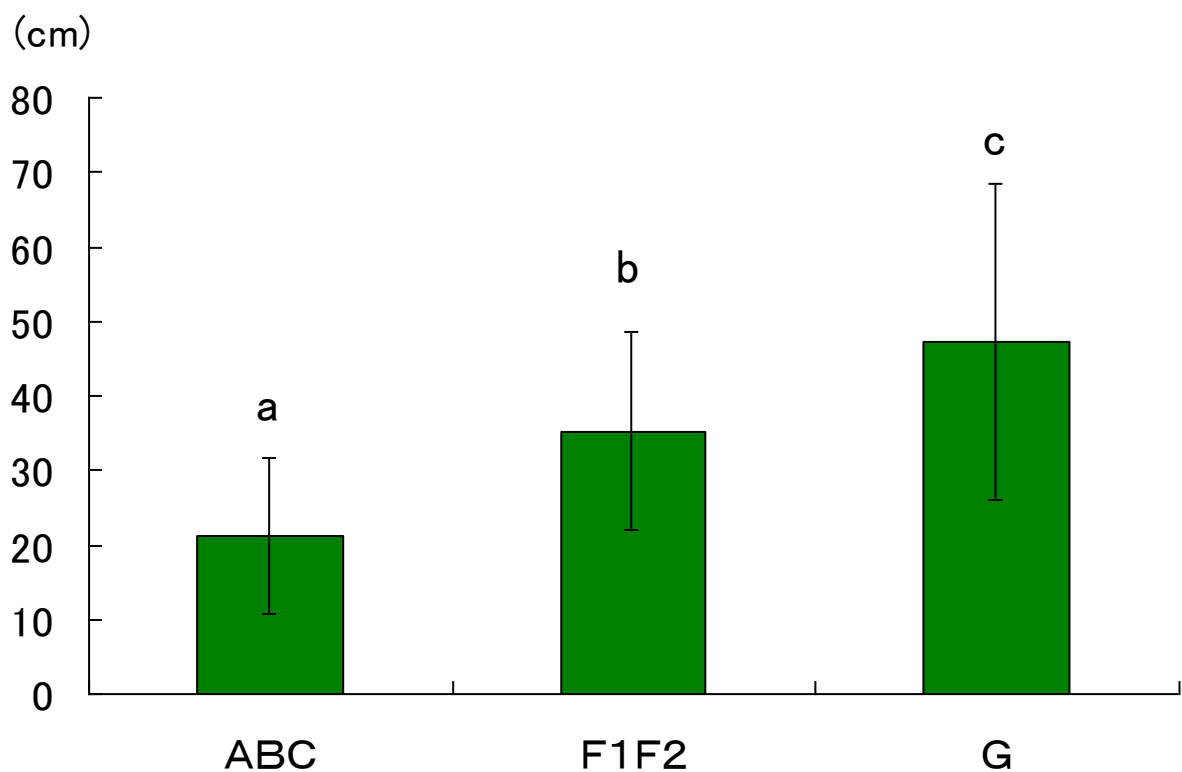


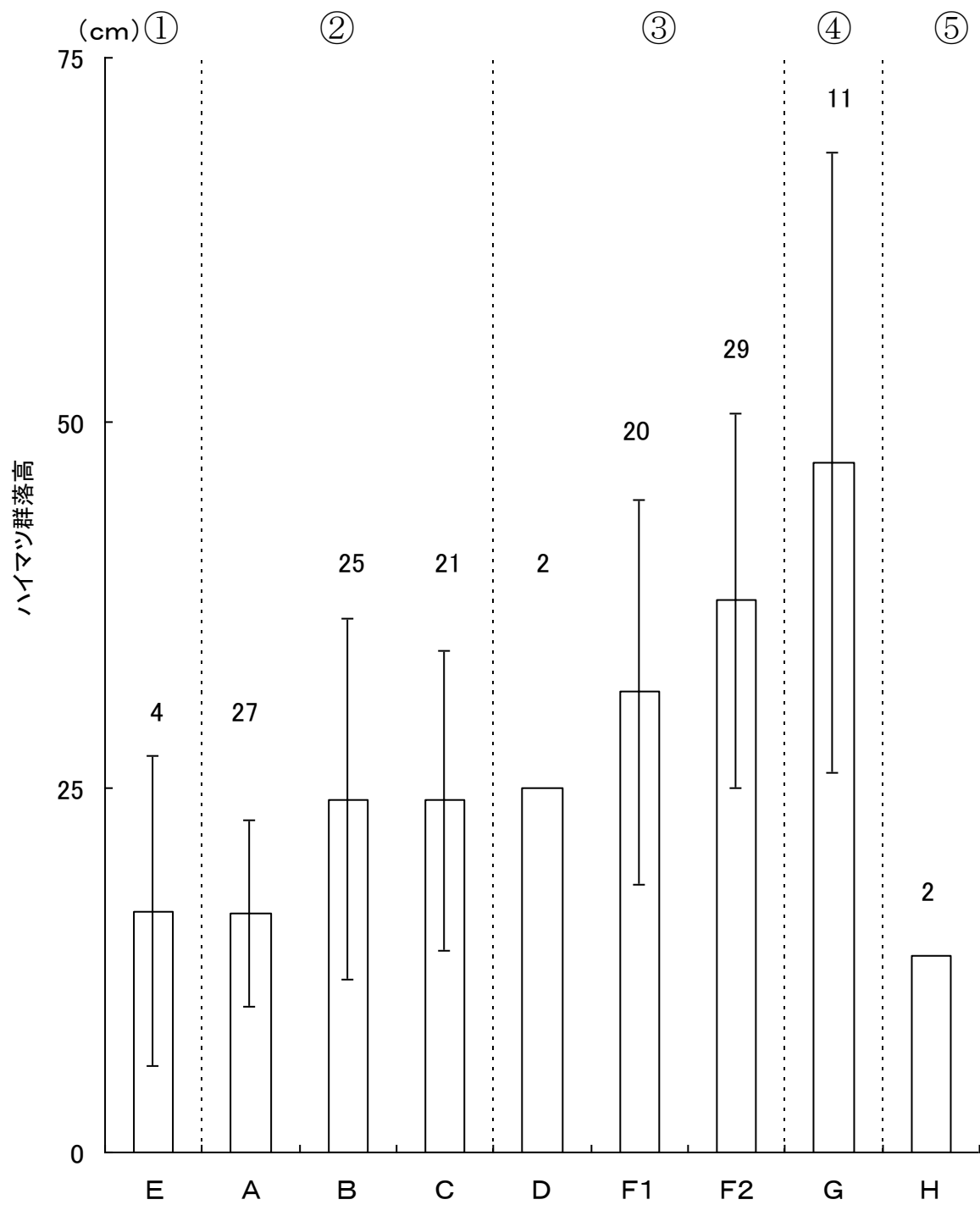
図-17. ハイマツの平均群落高の比較

ABC区、F1F2区、G区のハイマツの平均群落高には有意な差が認められた。

ハイマツ群落高が高いほど積雪深が大きくなり、積雪深が大きいほど消雪が遅れると仮定すると、消雪順序はA、B、C→F1、F2→Gの順となる。

D区については確定に至らないが、消雪がG区からH区へ斜面上部から下部へ進んでいることから、F1、F2区と同時期に消雪すると推測される。

推測された消雪順序と積雪量の指標としてのハイマツ群落高の関係を図—18に示す。

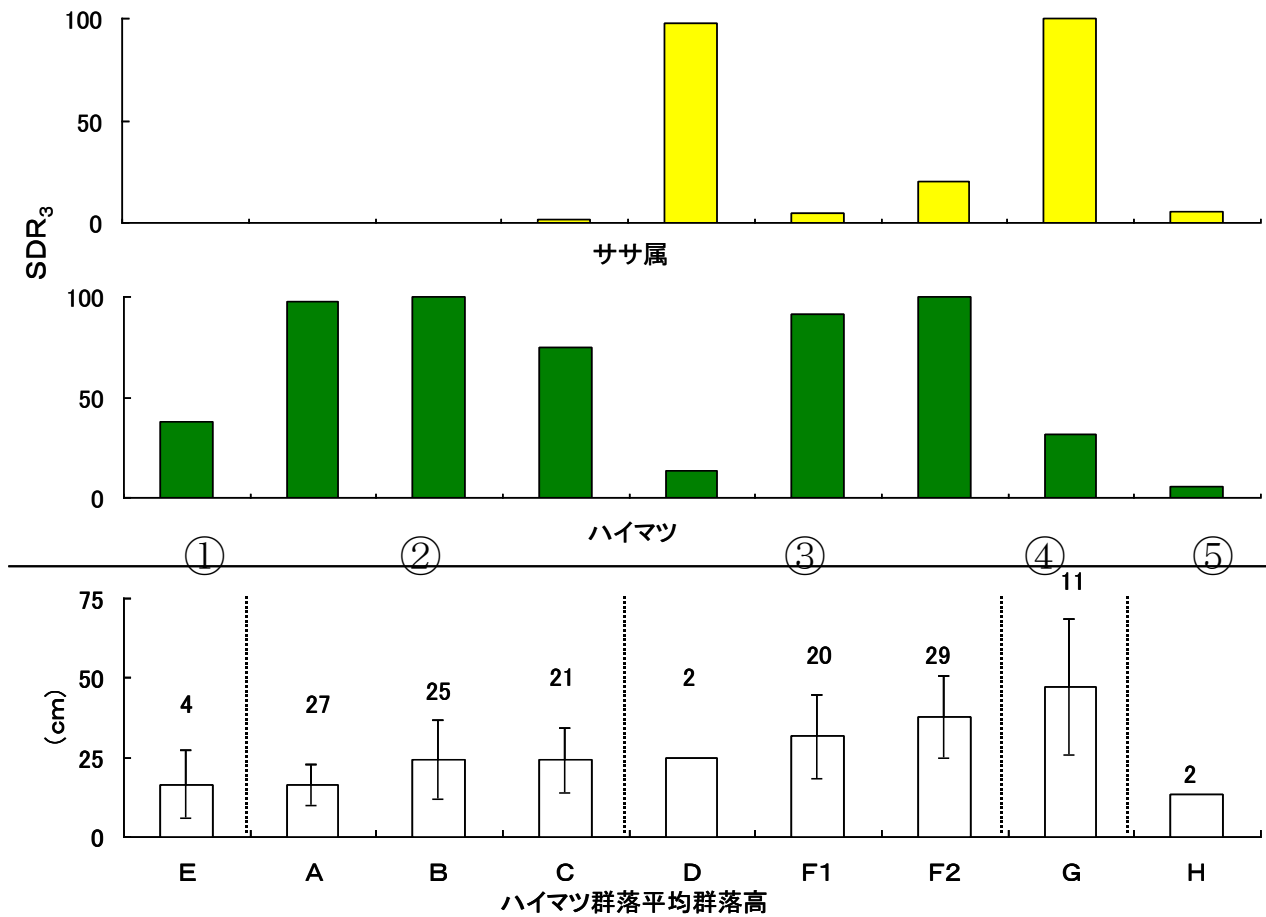


\* 番号は消雪順を示す。

図一18. ハイマツ群落高と消雪順序

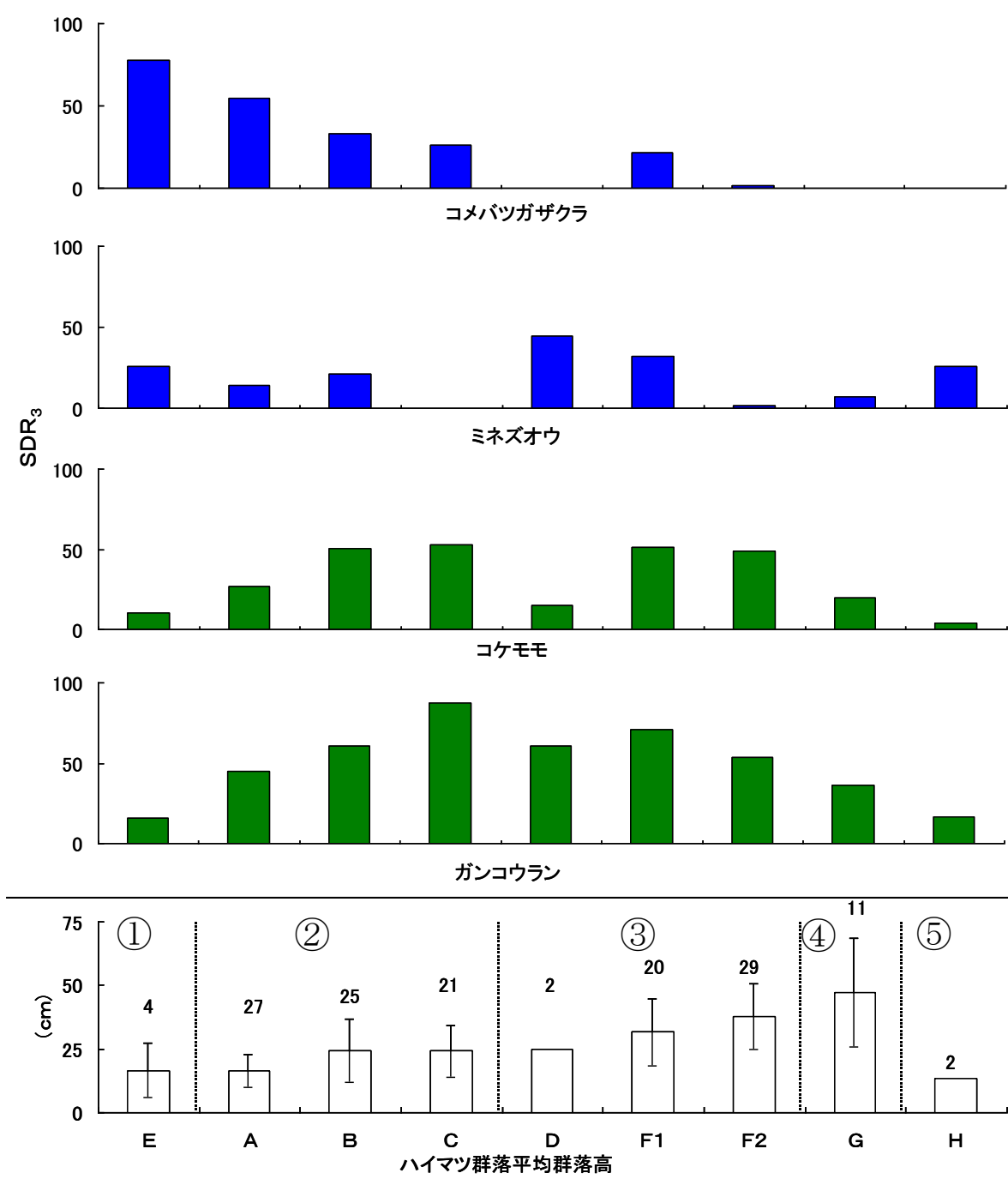
#### 4. 8. 2. 消雪順序と主要採食植物および非採食植物の分布

交尾産卵期と抱卵期において採食植物のついでみ割合の90%以上を構成する主要な採食植物と、非採食物の中で優占度の高い植物としてハイマツ、ササ属の分布を、推測された消雪順に表した(図一19、図一20、図一21、図一22)。

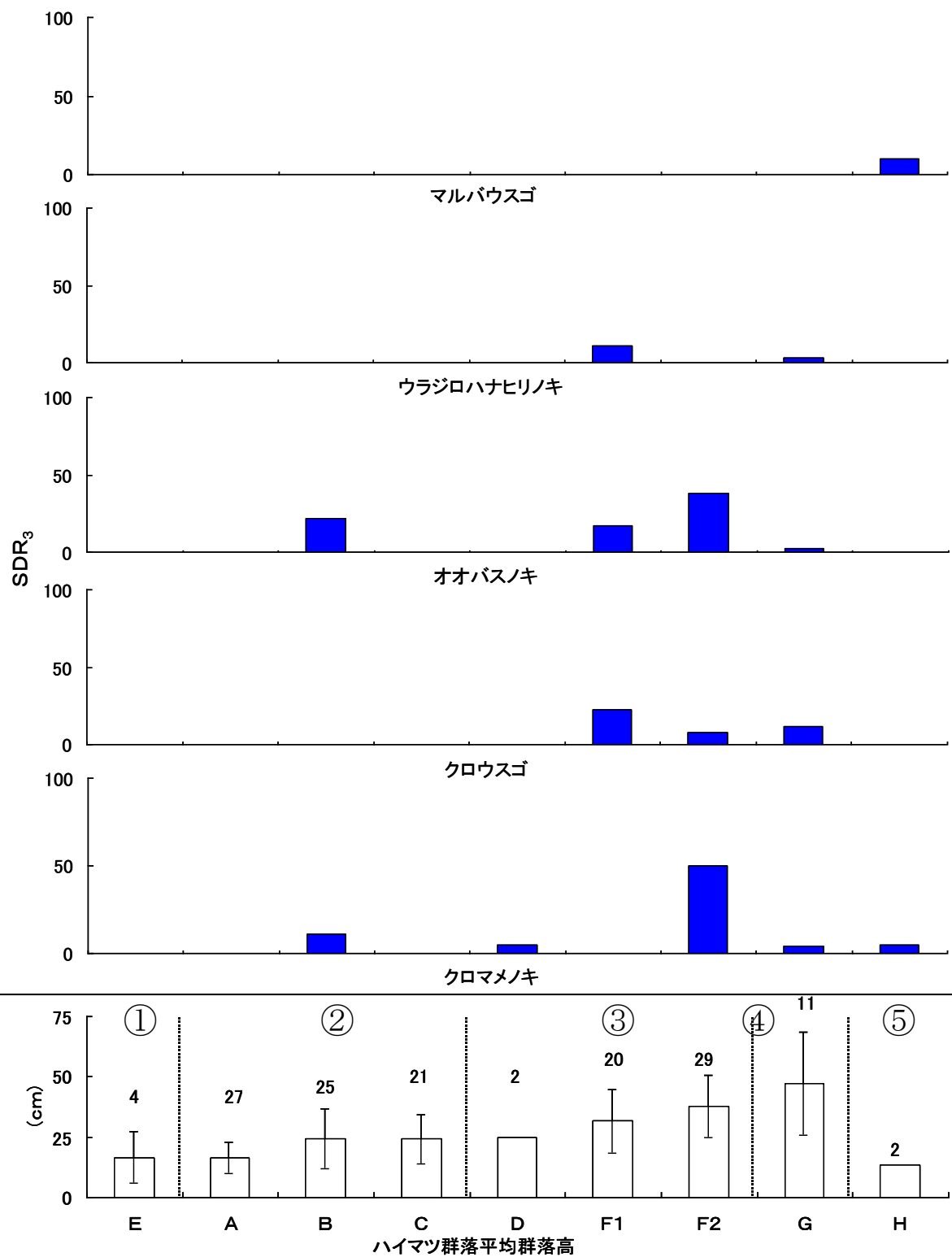


図一19. 主要な非採食植物の分布

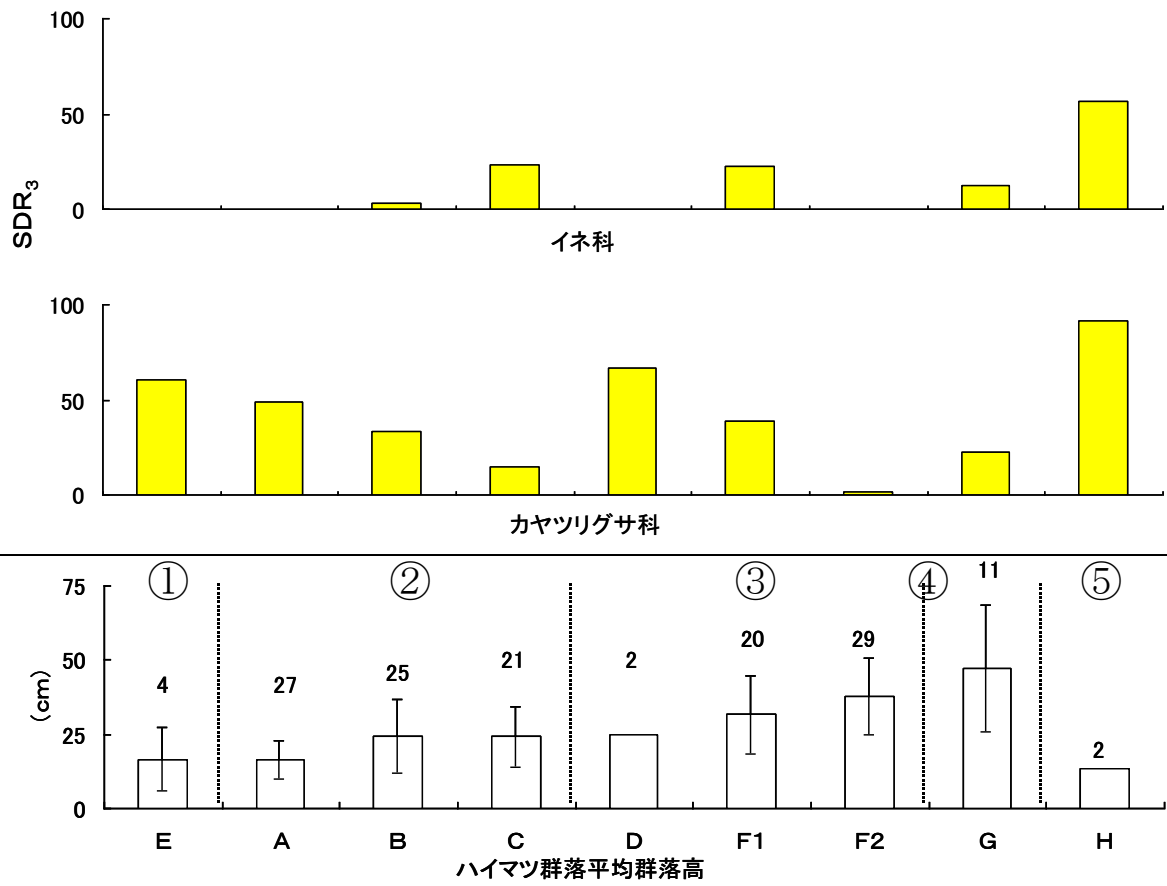




図一20. 主要な採食植物の分布 (匍匐型・分枝型)



図一21. 主要な採食植物の分布 (分枝型)



図一22. 主要な採食植物の分布 (叢生型)

ハイマツは消雪の最も早いE区と、消雪の遅いH区、G区で優占度が低くなった。消雪順序が3番目のD、F1、F2区の中ではD区が特異的に優占度が低い。消雪順序が2番目のA、B、C区、3番目のF1、F2区では優占度が高い。

ササ属については、消雪順序が3番目と5番目のD、G区で優占度が高い。

ガンコウランは消雪順序が2番目3番目のA、B、C区、D、F1、F2区で優占度が高く、E、G、H区で優占度が低かった。コケモモもガンコウランと同様の傾向を示した。

コメバツガザクラは最も消雪の早いE区で最も優占し、消雪順序が2番目、3番目の区では優占度が低くなり、4番目、5番目の区では分布しなかった。

ミネズオウは消雪順序に対する明確な傾向が見られなかった。

スノキ属は全体として消雪順序が3番目の区に多く分布し、2番目、4番目、5番目の区ではわずかに分布する。消雪の最も早いE区には分布しない。

イネ科は消雪の最も遅いH区で最も優占度が高く、E区以外の区でまばらに出現する。カヤツリグサ科もイネ科と同様にH区でもっとも優占度が高いが、全体としてイネ科よりも優占度が高く、広く分布している点で異なる。また、消雪の最も早いE区と、消雪順序が3番目のD、F1、F2区の中で特にD区で優占度が高い。

各植生区の植生調査の結果は付表—2に示す。

## 4. 9. 雌成鳥の利用環境

### 4. 9. 1. 雌成鳥の移動ルート上の植生

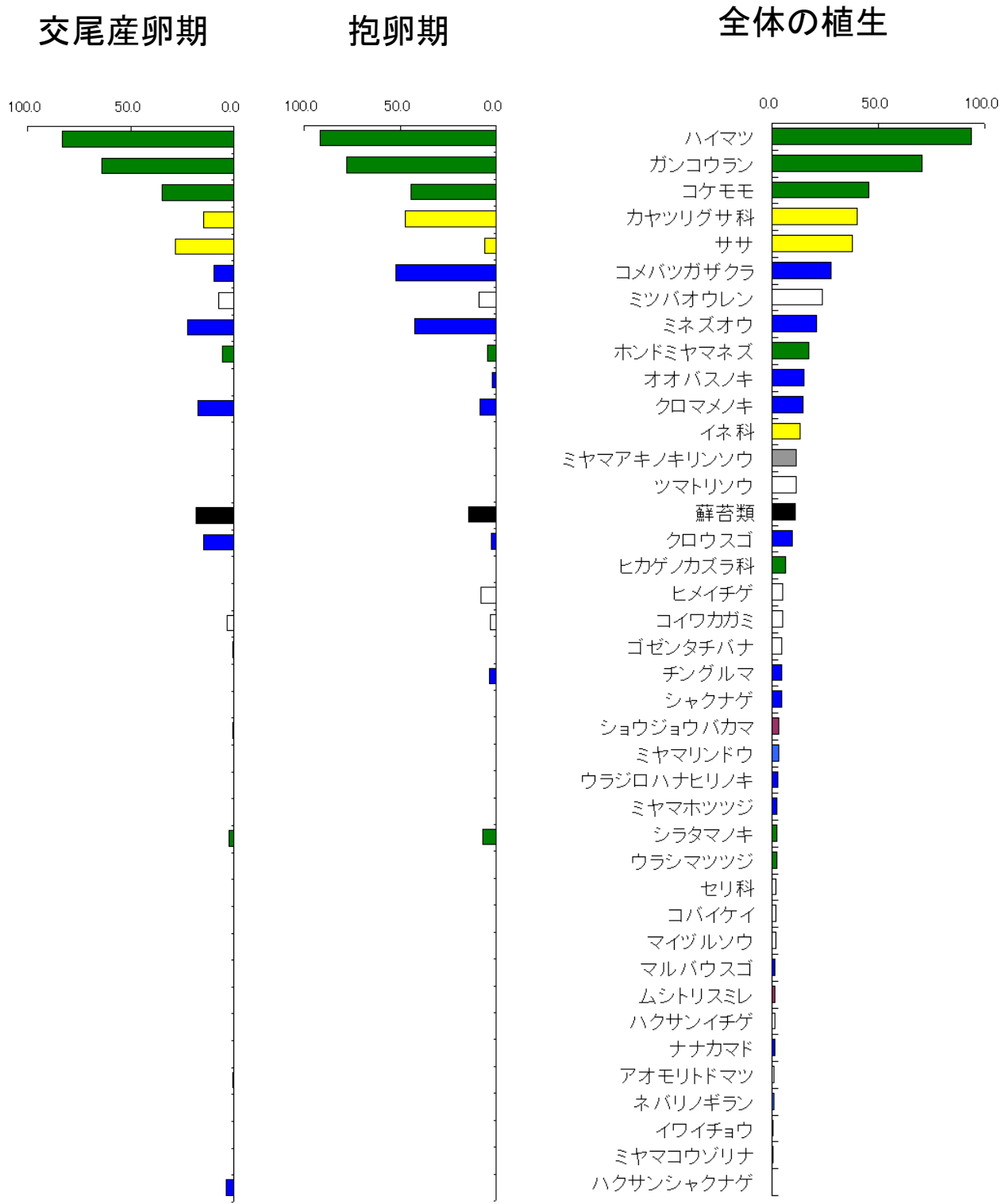
雌の移動ルート上の植生とH区を除く交尾産卵期および抱卵期に露出していた調査区の植生を図一23に示す。

交尾産卵期、抱卵期ともに移動ルート上の植生は全体の植生と異なる優占度を示した。

交尾産卵期と抱卵期とで比較すると、分枝型植物、常緑木本のコメバツガザクラについて、交尾産卵期よりも抱卵期のほうが $SDR_3$ の値が高くなる。同じく分枝型植物、常緑木本のミネズオウも同様の傾向にある。分枝型植物、落葉木本のクロマメノキ、クロウスゴについては交尾産卵期よりも抱卵期の方が $SDR_3$ の値が低くなった。

叢生方植物については、カヤツリグサ科については抱卵期の方が $SDR_3$ の値が高く、ササ属については交尾産卵期の方が高い。

匍匐型の常緑木本については、ハイマツ、ガンコウラン、コケモモについては交尾産卵期よりも抱卵期のほうが $SDR_3$ の値が高くなる。



\* 値は S D R<sub>3</sub>

図—23. 雌成鳥の移動ルート上の植生

#### 4. 9. 2. 雌成鳥の移動ルート上の植生とついでみ割合

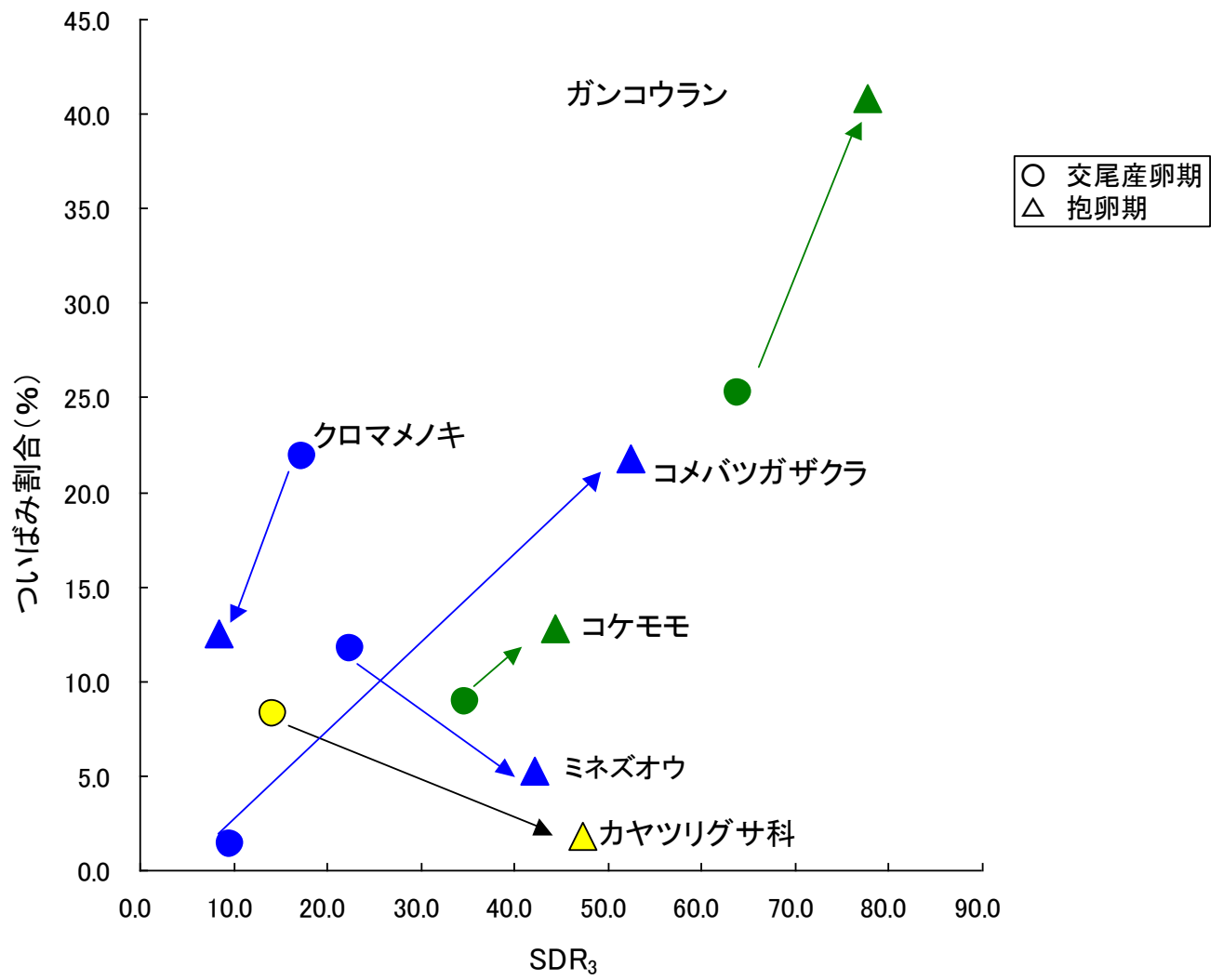
交尾産卵期と抱卵期において採食植物全体のついでみ割合の90%以上を構成する種について、ついでみ割合と移動ルート上の植生の関係を図—24に示す。

スノキ属 spp. についてはビデオ映像から同定可能であったクロマメノキのみついでみ割合と  $SDR_3$  を示している。

交尾産卵期から抱卵期にかけてついでみ割合と移動ルート上の  $SDR_3$  が共に増加したのは、ガンコウラン、コケモモ、コメバツガザクラであった。

逆に、交尾産卵期から抱卵期にかけてついでみ割合と移動ルート上の  $SDR_3$  が共に減少したのはクロマメノキであった。

交尾産卵期から抱卵期にかけて  $SDR_3$  は増加したが、ついでみ割合が減少したのはミネズオウとカヤツリグサ科であった。



図—24. 採食植物のついでみ割合と移動ルート上の SDR<sub>3</sub>

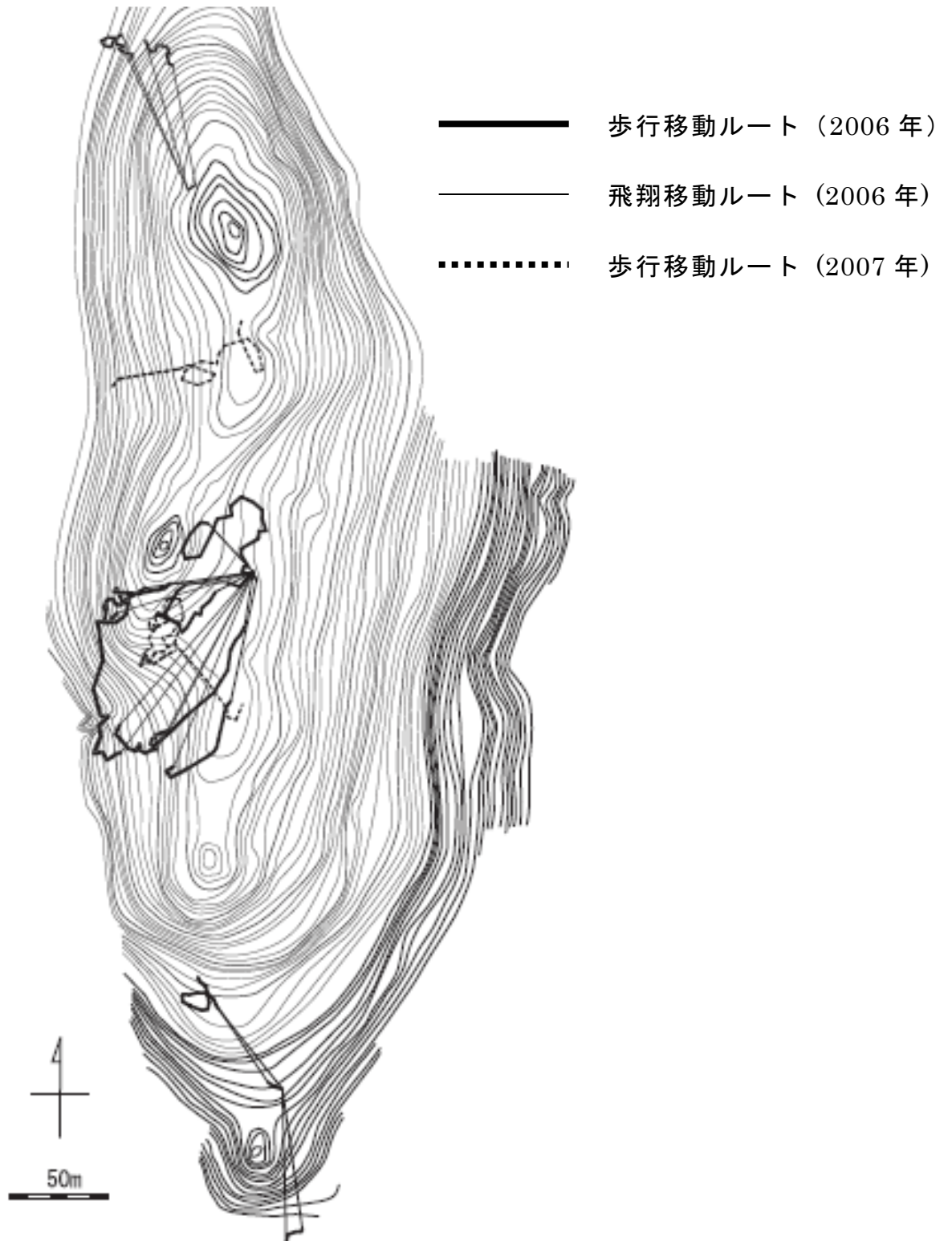


#### 4. 9. 3. 交尾産卵期および抱卵期の利用場所

交尾産卵期の雌成鳥の移動ルートを図一25、抱卵期の移動ルートを図一26に示す。



図一25. 交尾産卵期の移動



図—26. 抱卵期の移動

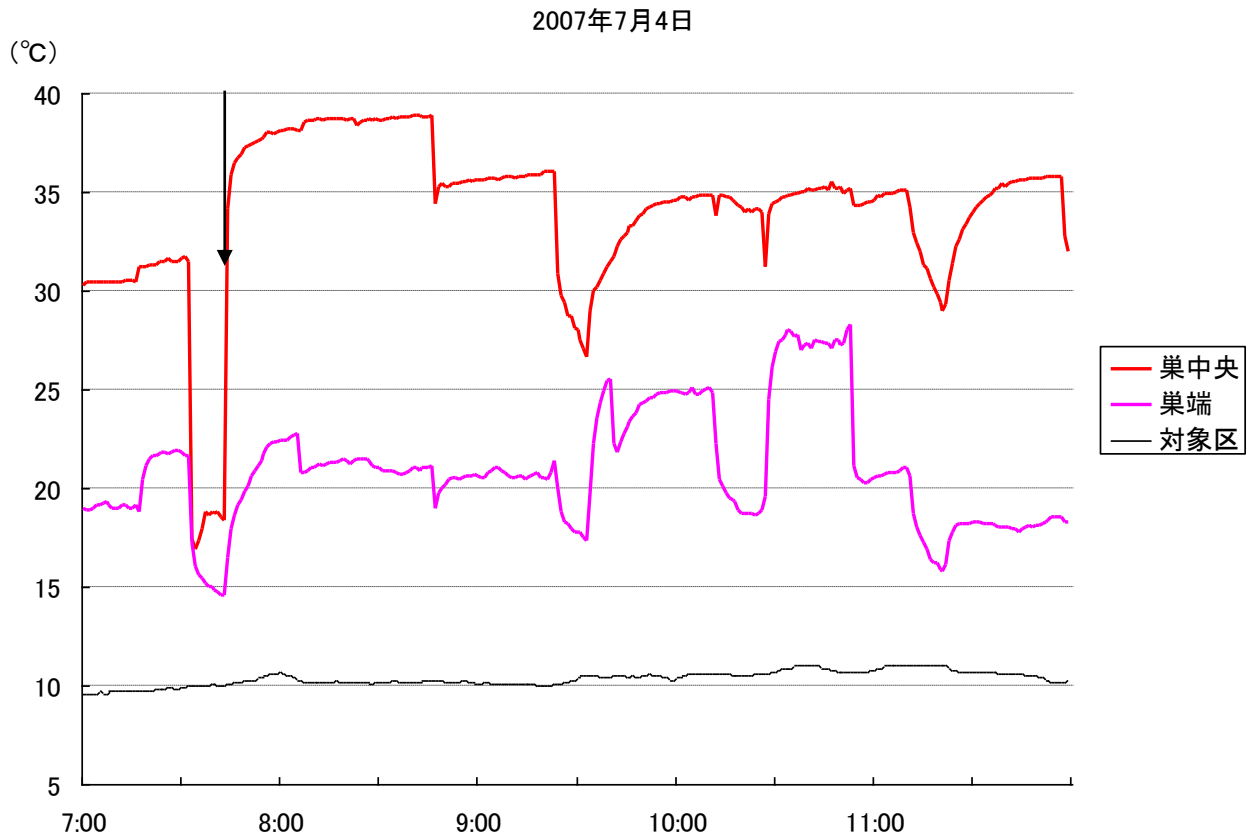
交尾産卵期の移動ルートは、稜線東側から東側斜面に偏った。

抱卵期の移動ルートは稜線西側から西側斜面に偏った。また、離巢時と帰巢時には飛翔移動が多く観察された。

#### 4. 10. 離帰巣

##### 4. 10. 1. 巣中央と巣端の温度変化と端子の位置

巣端と巣中央部の卵の上に端子を設置し、温度記録をとった結果を図—27に示す。



図—27. 巣端と巣中央（卵上）の温度

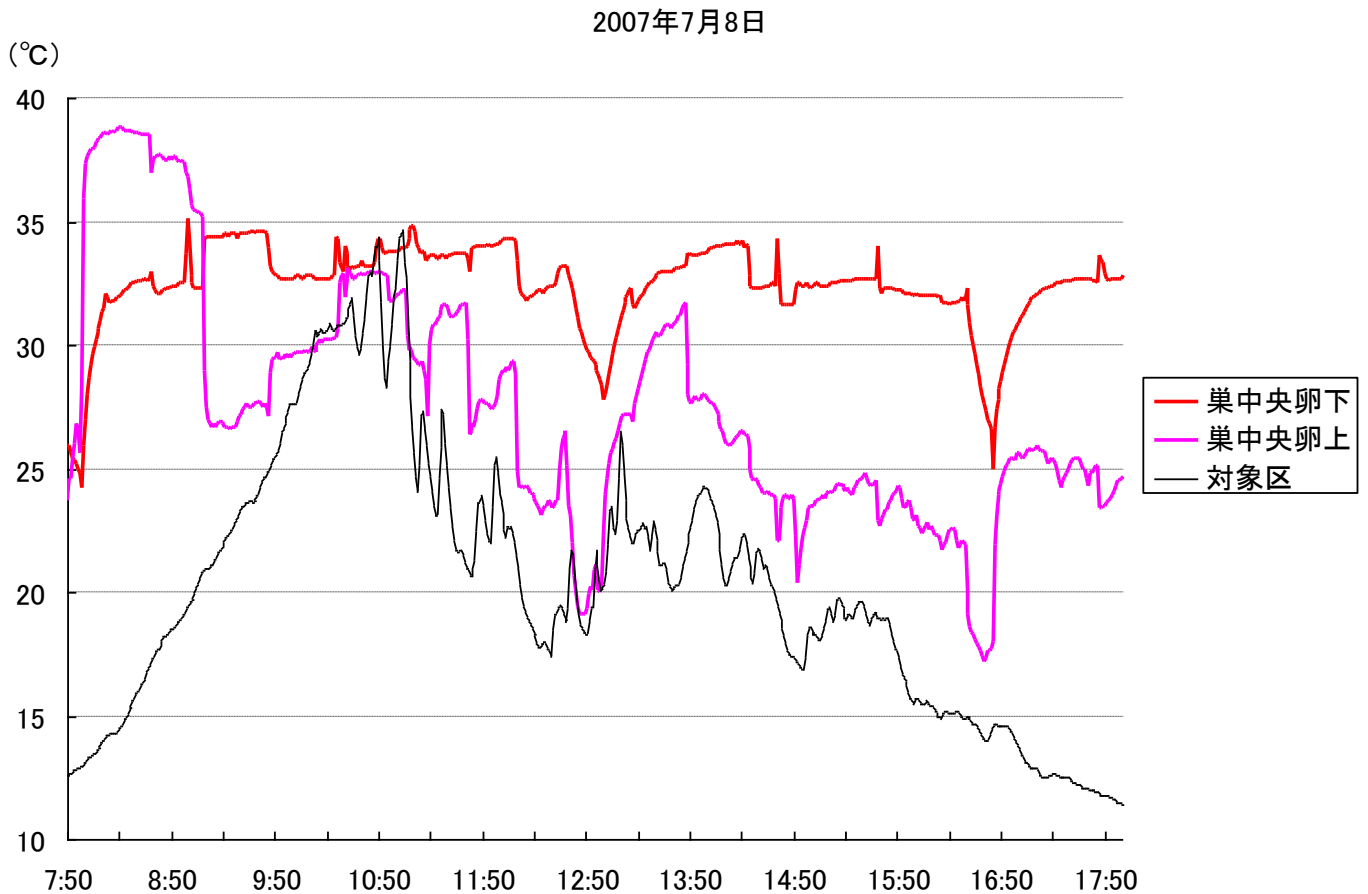
端子の調整は7:32から7:43の離巣時に行った。矢印は帰巣を示す。

巣中央の端子は最高で38.9°Cを記録し、その後8:46から8:47にかけて34.4°Cまで急落する。巣端の端子は20°C付近を推移した。巣端、巣中央の端子ともに対象区温とは異なる温度記録を示した。

7月8日の離巣時に巣内を確認したところ、巣端の端子は位置に変化がなかったのに対し、巣中央の端子は卵の下に移動していた。

#### 4. 10. 2. 巣中央の温度変化

巣中央の卵の上と卵の下にそれぞれ端子を設置し、温度記録をとった結果を図一28に示す。



図一28. 巣中央卵下と巣中央卵上の温度変化

端子の調整は7:37から7:58の離巢時に行った。

巣中央卵下の温度は設置後30°Cから35°C付近を推移した。一方、巣中央卵上の温度は最高で38.8°Cを記録したが9:00頃から急落をはじめ、対象区の温度とシンクロし始め、17:00頃に対象区とのシンクロが終わり、25°C付近を推移するようになった。

#### 4. 10. 3. 巢端の温度変化

巢端に温度端子3本を設置した7月13日のデータを図-29に示す。

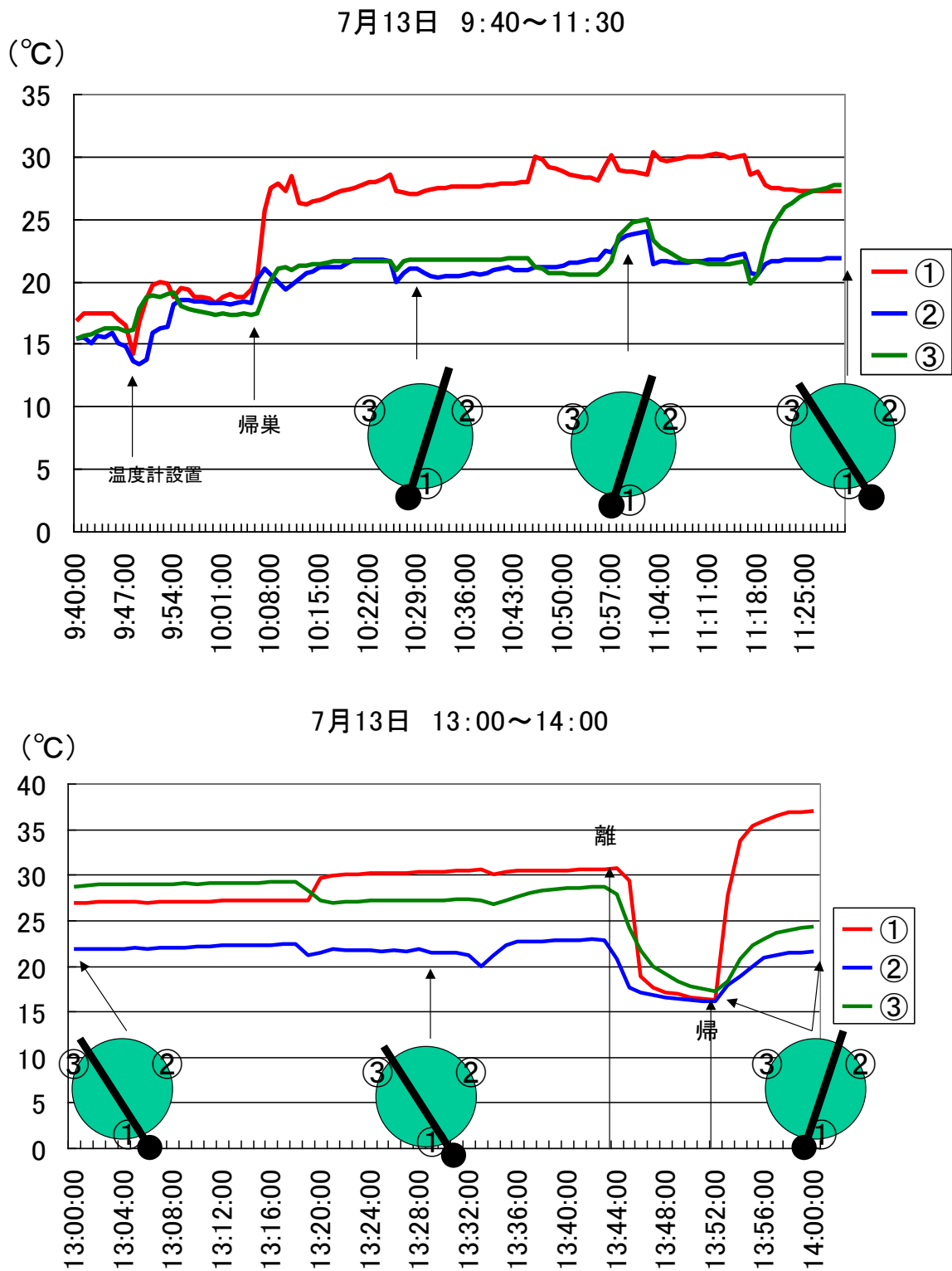


図-29. 巢端温度の変化

ライチョウのポジションの表示は、緑の円は巣、①②③は端子の位置、黒い棒線はライチョウの体軸を表し、丸く膨らんでいる方が頭部を表す。

雌の離巢中に温度計を設置し、巣に戻ってからの温度変化を見ると、雌の胸部に最も近かった①の端子が最も高い温度を記録し、尾部に近い端子はそれよりも低い温度で安定した。その後、③の端子の温度が①の端子と同程度の温度まで上昇するとともに雌の尾部が③の端子に触れる位置に移動したことが確認された。

13:44の離巢では、①と③の端子については急な温度低下を記録し、②の端子については緩やかな温度低下を記録した。その後、帰巢時には初めに温度計を設置した際と同様に、雌の胸部に最も近い①の端子が急な温度上昇を記録し、尾部に近くなった②と③の端子は緩やかな温度上昇を記録した。

#### 4. 10. 4. 離巢頻度と離巢時間

高橋（2007）は、巣端で温度を記録した場合、離巢および離巢を伴わない温度変化について、以下のような9パターンに分類した。

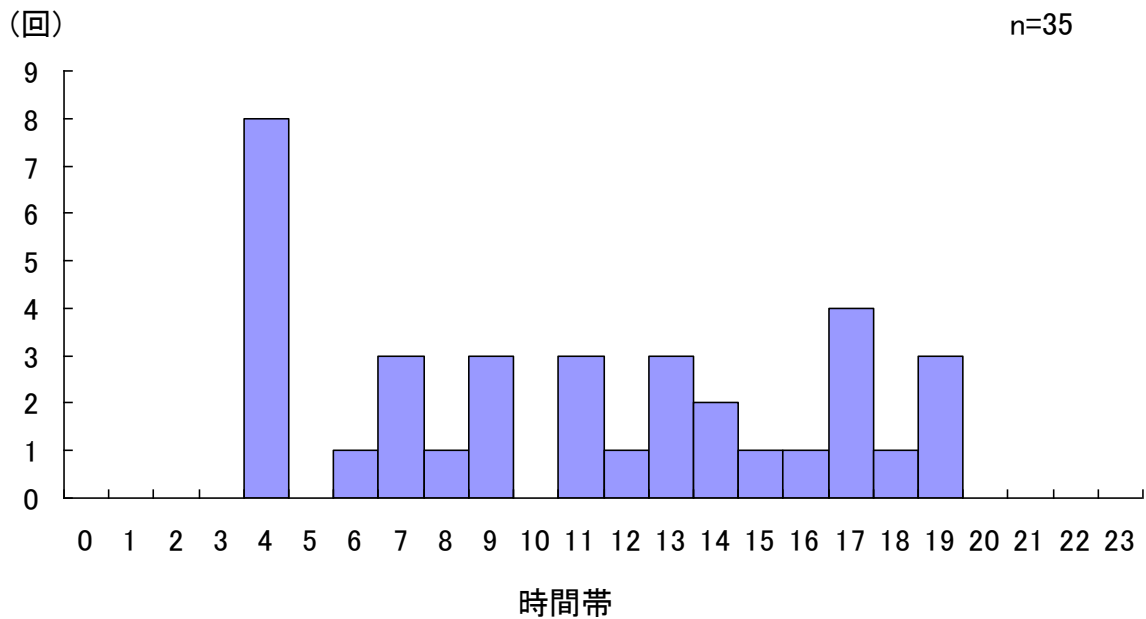
- a: 急な温度低下→急な温度上昇
- b: 急な温度低下→緩やかな温度上昇
- c: 急な温度低下→温度上昇なし
- d: 緩やかな温度低下→急な温度上昇
- e: 緩やかな温度低下→緩やかな温度上昇
- f: 緩やかな温度低下→温度上昇なし
- g: 温度低下なし→急な温度上昇
- h: 温度低下なし→緩やかな温度上昇
- i: 温度低下なし→温度上昇なし（離巢、ポジション変化なし）

このうち a、b、d、e のパターンについては離巢を伴う温度変化の可能性が高いとしている。

巣端と巣中央に温度端子を1つずつ設置したデータ（2007年7月1日から7月8日）について、離巢である可能性が高い a、b、d、e のパターンに当てはまったデータのみを離巢と判定して読み取りを行った。

温度記録の読み取りと離巢直接観察の結果から、上ノ岳の1個体と太郎平小屋付近の1個体の離巢時間帯を図に示す。巣中央の端子は温度低下と上昇が見られるが巣端端子には温度変化が見られない場合、巣端端子から雌が離れたポジションから離巢した可能性が高いが、疑わしいデータとして判断を保留した。また、巣中央の端子には温度変化が見られず、巣端の端子のみが温度低下と上昇が見られた場合は、雌のポジションのみの変化と考え離巢ではないと判定した。読み取られたデータについて、離巢時間帯を図—30に示す。





図—30. 離巢時間帯

もつとも離巢頻度が高いのは4時台であり、夜間の離巢は見られない。これは高橋（2007）の結果と類似する。

1日当たりの平均離巢回数と平均離巢時間を表—4に示す。データは24時間、巣端に端子を設置した7月2日から7月6日のデータを使用した。

1日の平均離巢回数は約4回、平均離巢時間は約60分であり、高橋（2007）の結果と等しい結果が得られた。

表—4. 1日平均離巢回数と1日平均離巢時間

上ノ岳 個体1	
1日平均離巢回数	4.3±1.0
1日平均離巢時間	58.8±18.6
n	6

## 5. 考察

### 5. 1. 交尾産卵期の雌成鳥の栄養要求と採食

交尾産卵期に雪が融け、露出していたのはハイマツ群落と風衝地の植物であった。落葉性の低木は冬芽の状態にあった。採食植物のついでみ割合は高い順にガンコウランの冬芽・旧葉 (13.4%)、クロマメノキの冬芽 (11.6%)、スノキ属の冬芽 (10.1%)、ミネズオウの葉・花 (6.2%)、コケモモの冬芽・旧葉 (4.7%)、カヤツリグサ科の穂 (4.4%) となった。

主要な採食物を粗たんぱく質割合と NDF 割合の視点から分析をすると、粗たんぱく質割合は高い順に、スノキ属クロウソゴの冬芽 (29.2%)、カヤツリグサ科の穂 (14.5%)、ミネズオウの花 (9.2%)、ガンコウランの冬芽・旧葉 (8.1%)、ハイマツの葉 (7.4%)、コケモモの冬芽・旧葉 (6.1%) となった。また、NDF 割合の高い順にハイマツの葉 (61.1%)、カヤツリグサ科の穂 (53.6%)、コケモモの冬芽・旧葉 (42.3%)、ガンコウランの冬芽・旧葉 (41.5%)、ミネズオウの花 (33.2%) スノキ属クロウソゴの冬芽 (26.1%) となった。

交尾産卵期の雌成鳥が植物からたんぱく質を得る場合には、化学分析した植物の中ではスノキ属クロウソゴの冬芽がもっとも効率がよいと考えられる。スノキ属の冬芽のついでみ割合の順位は3位であり、1位のガンコウラン、2位のクロマメノキとの差は小さいことから、積極的に採食していると考えられる。

最もついでみ割合が高かったガンコウランはスノキ属の冬芽よりも粗たんぱく質割合の面で劣る。しかしガンコウランは分布が広く、SDR<sub>3</sub>も高かった。多量に得られる餌資源として多く採食していると考えられる。

また、昆虫の採食が 38.2%見られた。昆虫のたんぱく質は 60%以上が期待され (三橋 1997)、良質なたんぱく源である。昆虫は硬いクチクラに覆われていることから、筋胃で効率よく破碎する必要があるため、そのために砂の採食が 8.1%あったと考えられる。

通常、キジ科の鳥類のタンパク要求量は 12%程度であるが、産卵を控えた雌ではたんぱく質要求量は通常時に比べ 20%増加すると言われている (Allen, Young 1980)。これは、交尾産卵期は良質の卵を多く産むため、また抱卵期に耐えるために高たんぱく質な餌資源を求めると考えられる。このような栄養要求を反映し、たんぱく質価の高いものを多く採食したと考えられる。

## 5. 2. 抱卵期の雌成鳥の採食

交尾産卵期から抱卵期になると、植物の見掛けの状態は少しずつ変化していく。落葉性の低木は冬芽が膨らみ、開き始めている。採食植物のついでみ割合は高い順にガンコウランの新葉・旧葉 (40.3%)、コメバツガザクラの新葉・旧葉 (21.4%)、コケモモの新葉・旧葉 (12.6%)、クロマメノキの新葉 (12.4%)、ミネズオウの新葉・旧葉・花 (5.2%) となった。

交尾産卵期と抱卵期の粗たんぱく質割合と NDF 割合の分析値を見てみると、粗たんぱく質割合については、交尾産卵期と抱卵期にわたって分析した植物のいずれにおいても減少した。NDF 割合についても分析した植物のいずれにおいても減少した。落葉木本の冬芽は越冬のために芽を硬い繊維で覆っているために、新葉よりも NDF が高いと考えられる。常緑木本は採取部位が新葉となったために NDF が低下したと考えられる。

粗たんぱく質割合は高い順に、スノキ属クロマメノキの新葉 (19.5%)、スノキ属クロウスゴの新葉 (12.6%)、ハイマツの葉 (7.0%)、ガンコウランの葉 (6.2%)、コケモモの葉 (5.7%) となった。また、NDF 割合の高い順にハイマツの葉 (48.9%)、コケモモの新葉・旧葉 (41.5%)、ガンコウランの新葉・旧葉 (41.4%)、スノキ属クロマメノキの新葉 (39.2%)、スノキ属クロウスゴの新葉 (26.1%) となった。

抱卵期の雌成鳥がたんぱく質を得るのに効率が良いのは、クロマメノキの新葉、クロウスゴの新葉と考えられるが、雌成鳥は採食の大部分をガンコウラン、コメバツガザクラでまかない、クロマメノキの利用はガンコウランのおよそ四分の一に留まった。栄養価が高いにもかかわらず、積極的な採食が見られないと言える。また、抱卵期には昆虫の採食が見られなかった。

抱卵期の雌成鳥は栄養価の高い採食物を採る戦略ではなく、別の採食戦略をとっていると考えられる。

## 5. 3. 抱卵期の雌成鳥の採食制限

### 5. 3. 1. 温度記録による離巢の判定

#### ① 温度計端子の位置と端子の移動リスク

巢中央部卵上に設置した端子は、設置直後は 38.9℃、38.8℃を記録したが、その後急落した。7月4日の温度の急落は、端子が転卵によって卵の下に移動してしまったためと考えられる。

また、7月8日の急落は対象区の温度とシンクロしたことから巢の外部につきだされたと考えられる。その後温度が安定したのは、雌成鳥の帰巢時に端子が卵の熱を受ける範囲に移動したためと考えられる。巢端の端子に関しては位置の変化はなく、環境の温度の影響を受けることもなかった。したがって、巢の中央部では端子の位置が、卵に直接触れる位置、巢の外に変化する可能性が高く、巢端はそのリスクが低いと考えられる。

#### ② 温度記録による離巢判定法

高橋（2007）は、巢端で温度を記録した場合、離巢および帰巢を伴わない温度変化について、以下のような9パターンに分類し、その原因を端子と熱源との距離の変化に求めている。

a: 急な温度低下→急な温度上昇

b: 急な温度低下→緩やかな温度上昇

c: 急な温度低下→温度上昇なし

d: 緩やかな温度低下→急な温度上昇

e: 緩やかな温度低下→緩やかな温度上昇

f: 緩やかな温度低下→温度上昇なし

g: 温度低下なし→急な温度上昇

h: 温度低下なし→緩やかな温度上昇

i: 温度低下なし→温度上昇なし（離巢、ポジション変化なし）

巢端に3本の端子を設置した結果から離巢に際して、a: 急な温度低下→急な温度上昇、b: 急な温度低下→緩やかな温度上昇、e: 緩やかな温度低下→緩やかな温度上昇の3つのパターンが同時に確認された。これは離巢時と帰巢時の雌

のポジションが異なったために、各端子と雌の位置関係が変化したためと考えられる。今回は確認されなかったが、d:緩やかな温度低下→急な温度上昇についても同様に説明できると考えられる。以上の4つのパターンについては離帰巣を伴った温度変化の可能性が高い。

また、雌の巣内でのポジション変化に伴って、h:温度低下なし→緩やかな温度上昇、というパターンが見られた。その他のc:急な温度低下→温度上昇なし、f:緩やかな温度低下→温度上昇なし、g:温度低下なし→急な温度上昇というパターンについても巣内のポジション変化によって生じている可能性が高く、今後さらなる事例の収集を要する。

以上より、巣端に温度端子を設置した場合、端子を3つ以上仕掛けることによって、温度記録による離帰巣の判定の精度を高めることができると考えられる。

過去の研究事例に関しては、巣端に端子を一つ設置して離帰巣の記録を試みたものについては、a、b、d、eのパターンに当てはまったものは離帰巣である可能性が高いと言える。

### 5. 3. 2. 離巢行動から判断した抱卵期の採食制限

離巢は4時台に集中した。夜間は基本的に眠っているために、覚醒直後は空腹になっており、薄明の頃の離巢が多くなると考えられる。

また、1日平均離巢回数は約4回、1日平均離巢時間は約60分であった。抱卵期の雌は離巢中のほとんどの時間を採食に当てているが、薄明から薄暮まで採食に当てることのできる交尾産卵期に比べて非常に強い採食時間制限を強いられていると考えられる。

雌成鳥が巣を離れる時間が長くなるほど、卵の発生停止のリスクは大きくなると考えられる（高橋 2007）。また、離巢中の巣の卵は肉食性の小動物に襲われる確率が高くなると考えられる。したがって雌成鳥は離巢時間を短くする必要がある。

一方で、雌は自身の体を維持する必要がある。そこで、雌は短い時間で効率の良い採食をしなければならない。

抱卵期の雌成鳥のついでみ速度は交尾産卵期の約2倍であった。これは強く制限されている採食時間内で少しでも多く採食するためと考えられる。

## 5. 4. 交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の採食戦略

### 5. 4. 1. 採食植物の生活型と採食戦略

抱卵期には採食時間が著しく制限されていることが明らかにされた。粗たんぱく質価の高い、クロマメノキの新葉、クロウスゴの新葉といったスノキ属は、抱卵期に露出している群落の中での  $SDR_3$  はそれほど高い部類ではない。一方、積極的に採食していたガンコウランの  $SDR_3$  は高かった。

抱卵期に交尾産卵期よりも低栄養な採食をしているのは抱卵期の採食時間制限を反映し、ついでみ効率の良い採食物を採食するという採食戦略をとっているためと考えられる。

交尾産卵期には昆虫のついでみ割合が大きかった。これは雪の上で低温により動きが鈍くなっていた小さな昆虫を採食していたものである。しかし、昆虫は雪の上にまばらに落ちていたために、抱卵期についでみ速度を上げて採食するには適さなかったと考えられる。

抱卵期についでみ割合が減少した植物についてもついでみやすきの点で不利な要因があると考えられる。叢生型のカヤツリグサ科については、穂の部分が風に揺れやすいためついでみ速度を上げて採食するには適さないと考えられる。分枝型のスノキ属はハイマツ群落内に主に分布しており、探索に時間がかかるために抱卵期には採食割合が低下すると考えられる。また、ミネズオウについては石の陰に主に生育し、分布も分散的であるため、抱卵期についでみ割合が低下したと考えられる。

ついでみ割合が増加した匍匐型のガンコウラン、コケモモ、分枝型のコメバツガザクラについては、いずれも植生高が低く地面を覆うように生育することから、ついでみ速度を上げて短時間に多量に採食するのに適していると考えられる。

#### 5. 4. 2. 採食植物の分布様式と採食戦略

移動ルート上の植生を見ると、クロマメノキは交尾産卵期から抱卵期にかけて SDR<sub>3</sub> とついでみ割合ともに低下した。これは交尾産卵期には高たんぱく質のスノキ属の冬芽を求めて移動したためと考えられる。

ガンコウラン、コケモモ、コメバツガザクラについては抱卵期の移動ルート上の SDR<sub>3</sub> とついでみ割合ともに増加が見られたことから、これらの植物の多い植生を移動し、採食を行ったと考えられる。

ミネズオウとカヤツリグサ科については、SDR<sub>3</sub> は増加したが、ついでみ割合は低下した。これは、ガンコウラン、コケモモ、コメバツガザクラの採食のために風衝地、ハイマツ群落縁を中心に移動した結果、移動ルート上の SDR は増加したが、生活型が抱卵期の採食に適さないためについでみ割合が低下したと考えられる。

雌成鳥の移動については、交尾産卵期の移動は稜線東側のハイマツ群落から雪上に偏り、抱卵期には稜線西側の風衝地から西側斜面の群落高の低いハイマツ群落に偏った。

交尾産卵期に多く採食されたクロマメノキ、スノキ属は稜線東側のハイマツ群落で優占度が高く、昆虫は雪の上で多く見られた。これは交尾産卵期の採食内容および移動ルート上の植生と対応があると言える。

また、抱卵期に露出していた A B C D E F 1 F 2 G 区の中で、風衝地の E 区は特にコメバツガザクラの優占度が高く、ガンコウランは優占度が低かった。さらにコメバツガザクラとガンコウランは西斜面の A B C 区では優占度が高い。これは抱卵期の採食内容および移動ルート上の植生と対応があると言える。

このように、ライチョウの移動ルートと採食植物に対して、主要採食植物の分布と移動ルート上の植生は対応があった。これは、雌成鳥の交尾産卵期と抱卵期の採食戦略の違いを反映した結果として植生の使い分けが生じたと考えられる。

すなわち、ライチョウの縄張り環境は、交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の採食戦略に適した不均一な植生が必要であると考えられる。



### 5. 4. 3. 1日の総ついでみ回数の推定

抱卵期の雌成鳥は、1日の中で離巢する時間は約60分であり、残る23時間は巣の中におり、ほとんど運動エネルギーを消費しないと考えられる。したがって、交尾産卵期よりも栄養要求度は低く、基礎代謝エネルギーのみをまかなう程度の採食をしている可能性が高い。

抱卵期には離巢時間中のほとんどを採食に費やしている。1日の離巢時間が60分、ついでみ速度が1.5(回/s)とすると、1日の総ついでみ回数はおおよそ5,400回と推定される。

1日だけではあるが交尾産卵期のついでみをカウントしたところ、集中的に採食をする時間帯とついでみをほとんど行わない時間帯が交互になっていることがわかった。このため単純についでみ速度と活動時間を掛け合わせることで1日の総ついでみ回数を算定することはできないと考えられる。しかし、薄明から夕方にかけての約12時間半の間に16,132回のついでみを確認した。

抱卵期の1日の総ついでみ回数の推測値5,400回よりも交尾産卵期の1日の総ついでみ回数のほうが抱卵期よりも多いと推測される。今後、飼育個体による栄養試験や1ついでみ当たりの各採食物の摂食量などを測定することで、交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の栄養摂取戦略を明らかにできると考えられる。

## 6. 総合考察

### 6. 1. ライチョウの消化

抱卵期の雌成鳥の採食物は 98.7%が植物であった。抱卵期の雌成鳥は必要な栄養素のほとんどを植物から摂取していると考えられる。

植物の化学成分には NDF の割合が大きい。NDF はセルロース、ヘミセルロース、リグニンから構成され、これらを分解可能な生物はバクテリア、一部の昆虫などに限定されている。

NDF を消化し、利用することのできる生物としては、反芻動物、後腸動物が考えられる。両者ともに微生物発酵槽や盲腸に微生物を共生させ、微生物由来のタンパク質を消化吸収する機構を持つ。

鳥類の中でオウム、ハチドリ、タカ、ハヤブサ、アマツバメ、ペンギン、キツツキおよびカワセミなどは盲腸を持たず、ハトなどは小さな盲腸を持つ（唐澤 1995）。盲腸の長いトリとしてはライチョウ、ダチョウ、ウズラ、キウイなどが知られている（唐澤 1995）。ライチョウと同じキジ科の鳥類であるニワトリは左右一対、体重 Kg あたり 20cm の盲腸を持っているが、ニホンライチョウは盲腸を二つ持ち、その長さは一対で体重 k g あたり 188 c mにもなっている（唐澤 1995）。体重に対する盲腸の長さで考えた場合、鳥類の中では非常に長い盲腸を持っているといえる。

盲腸に微生物を共生させ、微生物タンパクを利用する動物としてウマとウサギが知られている。ウマの盲腸は長い大腸の手前についており、微生物由来のタンパク質は大腸を通過する際に吸収される。ウサギの場合、大腸は短く、十分にタンパク質を吸収できないため、盲腸糞を摂食することで微生物由来のタンパク質を吸収する。

ライチョウの場合は大腸が非常に短いため、盲腸の微生物由来のタンパク質を摂取する場合にはウサギのように盲腸糞を摂食する必要がある。しかし、ライチョウに関しては盲腸糞の摂食は確認できなかった。排出された盲腸糞はそのまま放置される。このため、盲腸で繊維が微生物により分解された場合、その代謝産物を盲腸から直接吸収できるかどうかの問題となる。

ライチョウの消化に関する研究は GASAWAY (1976) らによる揮発性脂肪酸の消化吸収の検討、MOSS (1983) らによる消化試験の事例などがある。しかし、

いずれの研究においても盲腸内の微生物が代謝した産物を直接盲腸から吸収できるかという点について意見が分かれている。ライチョウの消化における盲腸の役割は明らかにされていないと言える。

同じキジ科のニワトリでは盲腸切除個体と正常個体では、盲腸切除個体の肝臓におけるビタミンB6量は正常個体の約60%になったとの報告（高橋ら1981）や、尿窒素回収系が存在する可能性が唐澤（1995）によって指摘されている。繊維の消化率に関しては盲腸を結搾する方法で中広ら（1974）が検討しており、盲腸が繊維の消化に有効に働いている可能性は著しく低いとの結果を得ている。すなわち盲腸は繊維消化よりもむしろ窒素の再吸収による栄養吸収の効率化、ビタミンの生成および吸収といった機能を担っている可能性が高い。したがって、現在のところ高繊維の食物は、多くの動物と同様に採食物としては不利に働く可能性が高いと考えられるが、腸管を長くすることで採食物の体内滞留時間を長くし、植物の細胞原形質由来の栄養素を可能な限り吸収する戦略をとっていると考えられる。

鳥類が飛翔によって移動することを考えると、腸管を長くすることは不利に働くと考えられる。植物を中心とした採食のために進化した結果、移動能力を犠牲にしてきた可能性が高い。現在生息している地域の植生が地球規模の気候変動によって変化し、縄張りとして利用していた場所の植生が単純化したり、失われたりした場合には、大きな移動を行って縄張りを変えることも困難と考えられる。仮に雌成鳥の栄養状態が悪く、卵の質が低下、抱卵中の雌成鳥の死亡、離巢時間と頻度の増加といったことが起こり、孵化率が低下すればライチョウの個体群は不安定になる可能性もある。

今後、採食様式を中心とした研究に加えて、ライチョウのメタ個体群構造の解析、植生の変動のモニタリングといった研究も進めていく必要があると言える。

## 6. 2. 天候と利用環境

交尾産卵期から抱卵期にかけての雌成鳥は夏の羽毛に変化している。このため、雪の上や裸地での採食は猛禽類に見つかる可能性が高くなると考えられる。観察中に猛禽類が出現した場合、ライチョウは動きを止めたり、ハイマツ群落内に退避したりしていた。

交尾産卵期の利用場所は稜線東側のハイマツ群落内とその辺縁を中心としていた。ハイマツ群落は天敵から隠れる場所として有効と考えられる。ハイマツ群落内でスノキ属の冬芽、群落縁でガンコウラン、コケモモなどを採食することは防衛戦略上都合が良いと思われる。雪上で昆虫を採食する場合、猛禽類に見つかる可能性が高い。このため雪上に出るのは霧や雨のことが多いのではないかと考えられ、今後検討を要する。

また、抱卵期の雌成鳥は離巢中ほとんど動きを止めることなくすばやく動く。離巢は薄明の4時台に集中し、日中の離巢時間帯に傾向は見られなかった。薄明以降の離巢のタイミングは空腹感、排泄欲求の他に、猛禽類を警戒し霧や雨の時を狙っている可能性が高い。抱卵期の高山は梅雨にあたり、晴れ間が少なく（石川 2007）、この時期に抱卵を行うことは猛禽からの防衛という観点からは都合が良いと言える。しかし、荒天時に離巢した場合、気温が低く、卵の温度低下が早くなり、離巢可能な時間がより短くなると考えられる。つまり、卵の温度低下と雌の採食時間がトレードオフの関係になる。

温度記録から離巢時間を特定する方法が確立されたことで、今後は離巢時間と天候との関係を分析し、雌成鳥の抱卵にかかるコストとリスクをより明確にしていくことができると考えられる。

### 6. 3. ライチョウの縄張りの立地

山脈の稜線部においてライチョウの縄張りを調査した事例（大町山岳博物館1992など）では、縄張りは稜線部に連なるようにして存在することが報告されている。

交尾産卵期と抱卵期の北アルプスには雪が多く残っている。雌成鳥の採食がハイマツ群落とその辺縁および風衝地で行われていたことから、ライチョウの縄張りは少なくとも風衝地とハイマツ群落が隣接するような場所に作られ、風衝地が優勢となる険しい山のピーク部や、ハイマツ群落の規模の大きい場所、交尾産卵期に雪で覆われている場所での縄張り密度は低いと考えられる。ハイマツ群落と風衝地が隣接するような場所は、北アルプスでは、稜線上に連なるようにして存在していることから、ライチョウの縄張りも稜線部に連なると考えられる。

しかし、各山岳によって植生が異なることも考えなければならない。

蓬田（2006）は南アルプス北岳において抱卵期の雌成鳥の採食植物を調べ、クロマメノキの葉への集中採食を報告している。北岳ではガンコウランが分布しておらず、代わりにハイマツ群落のギャップや稜線部の風の弱い場所にクロマメノキが広く分布していた。

また、安間（2005）は北アルプス立山室堂において繁殖期の雌成鳥13羽について採食物を調査し、落葉性ツツジ科（スノキ属を含む）を主に採食する個体とイネ科・カヤツリグサ科の穂を主に採食する個体がいることを明らかにした。

これらの事例は、ライチョウの生息している山岳、縄張りの場所によって雌成鳥の採食植物が異なることを示すと考えられる。すなわち、雌成鳥にとって特定の植物種の重要度が高いのではなく、交尾産卵期の栄養要求、抱卵期の採食制限に対する採食戦略に適合する植物種が重要であると考えられる。

今後、複数のライチョウ生息地において、交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥の採食戦略と植生との関係性を分析していくことによって、ライチョウの縄張りとなりうる環境を特定していくことができると考えられる。

## 7. 摘要

1. ニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) 雌成鳥の交尾産卵期の栄養要求および抱卵期の採食時間制限に対する採食戦略を、縄張り内の植生の利用様式、採食植物の栄養、採食部位という面から調べた。
2. 調査地は富山県富山市北アルプス上ノ岳山頂付近および太郎山付近である。
3. 雌成鳥の採食内容を調べるために、交尾産卵期および抱卵期の雌成鳥を追跡し、ビデオカメラで採食の様子を撮影し、映像から採食物、採食部位、ついでみ速度を解析した。
4. 採食植物の栄養価を調べるために、採食植物の中から主要なものを採取し、化学成分分析を行った。
5. 上ノ岳山頂付近に縄張りの1つを包含するように約200m×200mの調査区を設け、内部を9つの植生区に区分し植生調査を行った。
6. 採食植物の分布と消雪順序の関係を調べるために、消雪ラインの測量を行った。
7. 雌成鳥の利用場所を調べるために、雌成鳥の移動ルートを測量した。また、移動ルート上において植生調査を行った。
8. データロガー付サーミスタ温度計により抱卵期の雌成鳥の離巢行動を調査する方法を確立するために、巣に設置した端子が移動するか、雌成鳥と巣端に設置した端子の位置関係が変化するか、検討を行った。
9. 交尾産卵期には昆虫の採食が38.2%であった。また、砂の採食が8.1%見られた。抱卵期の植物の採食は98.7%であった。
10. 主な採食植物は利用可能な植物の中で優占度の高かった匍匐型植物と分枝型植物であった。
11. 抱卵期のついでみ速度は交尾産卵期の約2倍であった。交尾産卵期の日中約12時間30分間のついでみ回数は16,132回であった。
12. 化学成分分析を行なった採食植物について、交尾産卵期、抱卵期に最も粗たんぱく質割合が高かったのはそれぞれクロウソゴの冬芽、クロマメノキの新葉であった。

- 1 3. 推測された消雪順序に対して、ハイマツ、ガンコウラン、コケモモは似た分布を示し、コメバツガザクラは風衝地、スノキ属はハイマツ群落で優占度が高かった。
- 1 4. 雌成鳥の移動ルート上の植生は交尾産卵期には抱卵期よりもスノキ属の優占度が高く、抱卵期には交尾産卵期よりもコメバツガザクラの優占度が高くなった。
- 1 5. 交尾産卵期から抱卵期にかけて、移動ルート上のSDR<sub>3</sub>とついでみ割合が共に増加したのはガンコウラン、コケモモ、コメバツガザクラであり、共に減少したのはクロマメノキであった。
- 1 6. 交尾産卵期の利用場所は稜線の東側のハイマツ群落から東斜面の雪上に偏り、抱卵期の利用場所は稜線の西側の風衝地から西斜面に偏った。
- 1 7. 温度端子は巣中央の卵上に設置した場合移動することがあり、巣端に設置した場合は雌成鳥との位置関係によって温度が変化する可能性がある。
- 1 8. 離巢頻度は4時台に高かった。1日の平均離巢回数は約4回であり、1日の平均離巢時間は約60分であった。抱卵期の1日のついでみ回数は交尾産卵期よりも少ないと考えられる。
- 1 9. データロガー付サーミスタ温度計を用いて離巢行動を調査するには、巣端に端子を3つ以上設置すると高い精度で離巢時間を特定できると考えられた。
- 2 0. 交尾産卵期には産卵のために高たんぱくな昆虫、スノキ属の冬芽を積極的に採食しており、そのためにスノキ属の優占度の高い稜線東側のハイマツ群落と雪上に落ちている昆虫を採食するために東斜面を利用したと考えられた。
- 2 1. 抱卵期には採食時間が著しく制限されているために、クロマメノキよりもたんぱく質価は低い分布が広くついでみやすい形状のガンコウラン、コケモモ、コメバツガザクラを採食するために、稜線東側の風衝地およびその周辺のハイマツ群落の辺縁を利用したと考えられた。
- 2 2. 交尾産卵期、抱卵期の雌成鳥は栄養要求と採食制限の違いにより、利用場所と利用植物を変える戦略をとっていると考えられる。

## 8. 引用文献

- 1) Allen NK, Young RJ. (1980) Studies on the Amino Acid and Protein Requirements of Laying Japanese Quail. *Poult Sci.* 1980 Sep; 59(9):2029-37.
- 2) Chapin FS III, Shaver GR, Giblin AE. (1995) Response of arctic tundra to experimental and observed changes in climate. *Ecology* 76: 694-711.
- 3) 藤巻祐蔵 (2002) らいちょう NPO 法人ライチョウ保護研究会
- 4) GASAWAY WC. (1976) Seasonal variation in diet , volatile fatty acid production and size of the cecum of Rock Ptarmigan. *Comp. Biochemi. Physiology* 53a : 109-114
- 5) 石川哲貴 (2007) 高山帯の天気とライチョウのあえぎ呼吸およびエスケープ戦略 東京農工大学卒業論文
- 6) KADOTA T. and AGETA Y. (1992) On the relation between climate and retreat of Glacier AX010 in the Nepal Himalaya from 1978 to 1989 *Bulletin of Glacier Research* 10:1-10
- 7) 唐澤豊 (1995) ニワトリの盲腸を介する尿窒素回収系について 栄養生理研究会報 39 (1) : 29-45
- 8) 木村光宏 (2006) 地球温暖化が高山植物の群集構造に及ぼす影響：環境操作実験による風衝地と雪田の比較 北海道大学修士論文
- 9) Kudo G, Suzuki S (2003) Warming effects on growth, production, and vegetation structure of alpine shrubs: a five-year experiment in northern Japan. *Oecologia* 135: 280-287.



- 10) 工藤岳 (2000) 大雪山のお花畑が語ること—高山植物と雪溪の生態学 京都大学学術出版会
- 11) 栗原沙希 (2004) 温度センサーから見たニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) の抱卵期の離巢行動 東京農工大学卒業論文
- 12) Levvit, J (1980) Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.1. Academic Pr.
- 13) 三橋 (1997) 虫を食べる人びと 平凡社
- 14) 水野一晴 2003 ケニア山における氷河の後退と植生の遷移—とくに 1997 年から 2002 年において—. 地学雑誌, 112-4, 608-619.
- 15) Mizuno Kazuharu (1991) Alpine Vegetation Patten in Relation to Environmental Factors in Japanese High Mountains. Geographical Reports, No. 26, 167-218.
- 16) 水野一晴 (1999) 高山植物と「お花畑」の科学 古今書院
- 17) Robert Moss (1983) GUT SIZE, BODY WEIGHT, AND DIGESTION OF WINTER FOODS BY GROUSE AND PTARMIGAN. Condor 85 : 185-193
- 18) 中広義男 一色泰 田先威和夫 (1974) 鶏盲腸における粗繊維消化について 日本畜産学会報 45 (8) : 433-439
- 19) 沼田真 (1978) 草地調査法ハンドブック 東京大学出版会
- 20) 沖津進 伊藤浩司 (1983) ハイマツ群落の動生態学的研究 北海道大学環境科学紀要 6 : 151-184

- 21) 大町山岳博物館 (1991) ライチョウ 生活と飼育への挑戦 信濃毎日新聞社
- 22) 大村顕介 (2006) 南アルプス北岳周辺におけるニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) 雌成鳥の抱卵期、育雛期の行動 東京農工大学卒業論文
- 23) 肴倉孝明 (2005) らいちょう NPO 法人ライチョウ保護研究会
- 24) 酒井昭 (1982a) 植物の冬の乾燥害 植物の耐凍性と寒冷適応 学会出版センター
- 25) Sakai, A and W. Larcher (1987a) Frost Survival of Plants. Springer-Verlag, Heidelberg.
- 26) 杉田幾恵 (2007) 北アルプス上ノ岳におけるニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) 雌成鳥の採食様式および食性の季節性 東京農工大学卒業論文
- 27) 高橋直躬 井上猛 後藤正幸 友田仁 (1981) 鶏の盲腸消化に関する研究 IV. 鶏の盲腸内容物中の B6 量ならびにビタミン無添加合成飼料を供与した正常鶏, 盲腸摘除鶏の肝臓における B6 保持量
- 28) 高橋夢子 (2007) 抱卵期におけるニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) 雌成鳥の離巣の調査手法確立および離巣行動について 東京農工大学卒業論文
- 29) 富山雷鳥研究会 (2002) 北アルプスにおけるニホンライチョウの生態調査
- 30) 渡辺悌二 (1986) 立山連峰, 内蔵助カールの植生景観と環境要因 地理学評論 59A : 404-425

31) JOSEPH B. WILLIAMS, DAVE BEST AND COLLEEN WARFORD (1980) FORAGING ECOLOGY OF PTARMIGAN AT MEADE RIVER, ALASKA. *Wilson Bull* 92 : 341-351

32) 安間勇樹 (2005) 北アルプス立山室堂における雌ライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) の繁殖期の採食様式 東京農工大学修士論文

33) 蓬田和生 (2006) 南アルプス北岳周辺におけるニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) 雌成鳥の抱卵期、育雛期の採食行動 東京農工大学卒業論文

9. 付図 付表



スノキ属 冬芽  
2005. 6. 8  
(仙丈ヶ岳)



クロマメノキ 展開中の芽  
2007. 7. 2  
(太郎山)



クロマメノキ 若葉  
2007. 7. 2  
(太郎山)



クロマメノキ 若葉  
2006. 7. 8  
(太郎山)

付図—1. スノキ属 クロマメノキ



ガンコウラン 旧葉  
2006. 5. 3  
(上ノ岳)



ガンコウラン 花芽  
2006. 6. 2  
(上ノ岳)



ガンコウラン 花  
2006. 6. 2  
(上ノ岳)



ガンコウラン 新葉  
2006. 6. 28  
(上ノ岳)  
果実は前年のもの



コケモモ  
2006. 6. 2  
(上ノ岳)



ミネズオウ 旧葉  
2006. 6. 2  
(上ノ岳)



ミネズオウ 花  
2006. 6. 8  
(上ノ岳)



昆虫  
2006. 6. 3  
(上ノ岳)

付図一 3. コケモモ ミネズオウ 昆虫

付表— 1 . 採取植物の化学分析結果

									(%)	
		種名	部位	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDF	ADF	ADL	
6月	常緑樹	ガンコウラン	葉	8.1	7.4	3.0	41.5	28.4	19.7	
		ミネズオウ	花	9.2	5.0	2.5	33.2	27.8	12.9	
		コケモモ	葉	6.1	4.6	2.6	42.3	26.2	13.7	
		ハイマツ	葉	7.4	4.1	1.3	61.1	38.7	20.9	
		ハクサンシャクナゲ	葉	4.7	3.8	4.1	45.6	41.2	24.4	
	落葉樹	クロウスゴ	冬芽	29.2	3.5	4.5	26.1	13.6	5.3	
	草本植物	カヤツリグサ科sp.	穂	14.5	3.4	5.1	53.6	22.8	10.6	
	7月	常緑樹	ガンコウラン	葉	6.2	6.5	3.3	41.4	31.1	23.4
			コケモモ	葉	5.7	3.2	2.5	41.5	32.0	21.1
アオモリトドマツ			葉	7.5	4.5	2.3	46.5	27.2	16.7	
ハイマツ			葉	7.0	5.3	1.5	48.9	41.6	26.9	
シャクナゲ旧葉			葉	7.5	5.3	3.9	32.5	44.7	23.2	
シャクナゲ新芽			葉	8.8	1.5	5.4	30.8	46.4	27.1	
落葉樹		クロウスゴ	葉	12.6	6.1	3.7	24.5	17.9	10.0	
		クロマメノキ	葉	19.5	4.1	3.0	39.2	19.6	9.2	
草本植物		ササ属sp.	葉	4.5	4.1	10.6	65.1	28.0	8.3	

付表一 2. 各植生区の植生調査結果

	E	A	B	C	D	F1	F2	G	H	合計
ハイマツ	37.5	97.7	100	74.9	13.7	91.4	100	31.7	5.3	552.2
ガンコウラン	16	45.1	60.5	87.3	60.7	71	53.8	36	16.8	447.2
カヤツリグサ科sp.	60.7	49.1	33	15	66.9	38.4	1.8	22.5	91.4	378.8
コケモモ	10.2	26.5	50.2	52.8	14.7	51	49	19.4	3.8	277.6
ササ属spp.				1.8	97.6	4.8	20.4	100	5.2	229.8
コメバツガザクラ	77.7	54.3	33.3	25.9		21.5	1.6			214.3
ミネズオウ	25.9	14.3	21.3	14.4	44.8	31.7	1.5	6.9	25.5	186.3
ミツバオウレン			15.4	20.2	11.6	34.7	30.7	28.1	28.2	168.9
イネ科sp.			3.4	23.5		22.4		12.7	56.6	118.6
ホンドミヤマネズ			6	22.6	41.9	11	32.8	2.1		116.4
ミヤマアキノキリンソウ			3.8	24.6	31.5	8.6	1.4	9.3	16	95.2
チングルマ				1.6	14.1	5		10.1	55.4	86.2
オオバスのキ			22			17.4	37.6	2.3		79.3
クロマメノキ			10.7		4.5		50.3	3.9	5	74.4
蘚苔類		21.5	21.9	2.9	16.5	9.9	1.6			74.3
ツマトリソウ			5	33.6		8.7	16	2.3		65.6
イワイチヨウ					5.8				51.4	57.2
ヒカゲノカズラ			15.2		17.2	16.4		1.2	4.2	54.2
コイワカガミ			3.2	1.4	2.9	7.7	6.3	8.2	21	50.7
クロウスゴ						22.6	7.4	11.7		41.7
ヒメイチゲ				15	4.1	11.1	1.6	1.2		33
ジャクナゲ			15.2			14.4				29.6
ハクサンイチゲ								4	23.7	27.7
ゴゼンタチバナ			6.1			6.9	10.1	3.5		26.6
ミヤマリンドウ			1.6	3.8		6.2	1.4	3.5	9.7	26.2
セリ科sp.						5.6		4.9	9	19.5
ショウジョウバカマ						10.8		5.8	1.6	18.2
ネバリノギラン					8.8	1.4			7.8	18
マルバウスゴ								5.8	10	15.8
ムシトリスミレ	6.8	3.4	1.5			1.7			1.5	14.9
コバイケイ								3.2	11.6	14.8
ウラジロハナヒリノキ						10.8		3.4		14.2
ウラシマツツジ		9.9	4							13.9
マイヅルソウ					2.8	6.5		2.3	1.3	12.9
ミヤマホツツジ			3.7				8.6			12.3
シラタマノキ							3.3	6.9		10.2
エゾシオガマ									7.8	7.8
ナナカマド						7.2				7.2
アオモリドマツ						6				6
ミヤマコウゾリナ								1.2	1.9	3.1
ウサギギク									1.7	1.7
アオノツガザクラ									1.6	1.6
合計	234.8	321.8	437	421.3	465.7	557.2	437.2	354.1	475	3704.1
種数	7	9	22	17	19	29	21	29	27	42
調査コード数	30	30	30	30	15	30	30	30	30	255

\* 値は SDR<sub>3</sub>



## 10. 謝辞

本稿の作成に当たり、調査計画から最終原稿まで、退官後もご指導いただきました古林賢恒先生に心よりお礼申し上げます。

時田昇臣先生には調査に当たっての許可の申請、栄養分析を全面的にバックアップしていただきました。本当にありがとうございました。

太郎平小屋の五十嶋博文さんには、長期間にわたる調査にご協力いただきました。一生忘れられないご恩です。太郎平小屋小屋番の河野一樹さんならびにスタッフの皆さんにも大変お世話になりました。辛い調査も小屋の皆さんのおかげで乗り切ることができました。たくさんのお話を学び、たくさんのお思い出をもらいました。また会える日を楽しみにしています。

2006年調査に携わった4年生（当時）、石川貴哲君、高橋夢子さん、杉田幾恵さんたちにもお礼申し上げます。チーム・ライチョウの適当なリーダーによくついてきてくれました。貴重なデータをたくさんとることができました。一人ではできない調査でした。心より感謝しています。

2005年調査を共にした蓬田和夫君（農工大）、市川陽子さん（日大）、玉田明日美さん（日大）、2007年調査を共にした山本祐治君（東邦大）にもお礼申し上げます。ライチョウを研究している人達が一人でないことに勇気付けられました。私たちの活動からライチョウ研究に携わる人間が増えてより一層研究が進むことを願って止みません。

亀山章先生、梶光一先生には、研究の場の提供と論文のご指導いただきました。一学生のお話をきいていただきありがとうございました。先生方のご協力により忘れられない2年間を過ごすことができました。

最後に高山で研究することに理解を示し、応援してくれた両親に感謝します。

2008年3月 大村顕介