

2012 年度

修士論文

マガソ *Anser albifrons* の
状態依存採餌における採食地利用
**State-dependent foraging of the Greater
White-fronted Geese *Anser albifrons***

21131010 熊谷 麻梨子

指導教員 野生動物学 教授 山舎直子
酪農学園大学 大学院 酪農学研究科

目次

I. 緒論	…1
II. 調査地および手法	…3
1. 調査地と調査期間	…3
2. 手法	…4
(1) 飛来数カウント調査	…4
(2) ルートセンサス調査	…4
(3) 脂肪蓄積調査	…5
(4) 採食行動調査	…6
(5) 統計学的解析方法	…6
III. 結果	…7
1. 飛来数	…7
2. 採食地利用	…8
(1) 春季	…8
1) 圃場種利用変化	
2) 時空間的な変化	
(2) 秋季	…9
3. 脂肪蓄積量における採食地利用	…10
(1) 春季	…10
1) 時期毎の脂肪蓄積量	
2) 圃場種毎の脂肪蓄積量	
3) 距離毎の脂肪蓄積量	
4) 時期毎における圃場種毎の脂肪蓄積量	
5) 圃場種毎における距離毎の脂肪蓄積量	
(2) 秋季	…14
4. 採食効率の時空間的变化	…15
(1) 春季	…15
1) 田圃に分布するマガソの歩調率	
2) 小麦畑に分布するマガソの歩調率	
(2) 秋季	…16
IV. 考察	…17
1. 宮島沼におけるマガソの採食地利用の全体の傾向	…17
2. 脂肪蓄積量による採食地利用	…18

3. 採食効率の変化	…19
4. 今後の課題	…20
5. 小麦食害への提言	…21
V. Abstract	…25
VI. 謝辞	…27
VII. 引用文献	…28
図表	…33

I . 緒論

北海道美唄市宮島沼はマガソの渡りの中継地であり、その周辺は農耕地に囲まれ、渡りの休息場所だけでなく採食地として重要な役割を果たしている。そのため毎年春季と秋季に何万羽ものマガソが飛来することから、2002年にラムサール条約に登録されている。しかし宮島沼周辺の農耕地ではマガソによる春季の小麦食害が深刻な問題となっている。宮島沼に飛来するマガソは、主に稻の落ち穂や畦のイネ科雑草等を採食しているが、春季の飛来後期（4月下旬）には、マガソやハクチョウによる採食と耕起等の農業活動が原因で落ち穂密度が減少し、生長過程の秋まき小麦の幼葉を採食することで食害が引き起こされる。

ガン類の農業被害は、長距離の渡りの飛行 (Battley 2004)、繁殖 (Gauthier 2003) 等のエネルギー源となる脂肪 (Owen 1981、Moriguchi *et al.* 2006) を蓄積するために中継地や越冬地で採食戦略を発達させることから引き起こされ、農業被害問題に取り組むためには採食戦略における行動特性を理解することが重要である (牛山ら 2003)。最適採食戦略は個体の適応度を向上させるために、食物密度の高い、より良質な食物をより多く採食しようとして採食効率を最大化する特徴があ

る (Royama 1971, Sutherland 1996)。宮島沼におけるマガソについても、小麦の葉を採食する行動は、飛来後期に落ち穂よりも小麦の葉の方が採食効率が高くなるとして、個体がエネルギーを最大化する最大エネルギー戦略の仮説が提示されている (Amano *et al.* 2004)。

一方でマガソは自身の栄養状態に応じて採食やエネルギー摂取に関するリスクを最小化する、リスク感応型の採食地選択（採食戦略）を行っているという考え方も議論されている (Ushiyama 2003)。ガン類は採食地選択をする上で捕食者や移動等のリスク要因を制限している可能性があり、採食で得られる利益とリスク要因によるトレードオフによって採食行動が決定する (牛山ら 2003)。特に繁殖前の中継地では脂肪蓄積状態に応じたリスク感応型の採食戦略を発達させている可能性がある。

本研究では、マガソの行動特性に応じた採食地利用を理解することが効果的な食害対策を講じる上で重要であり、さらには、マガソが自身の脂肪蓄積状態と採食地利用との関係を明らかにすることが欠かせないと考え、以下の予測を上げ、実際の野外の行動パターンの解析を行っていく。

一つ目は、食害が発生する飛来後期の小麦畠を利用するマガソは脂肪蓄積量が高く、近場の圃場を利用するという予測である。これは、脂肪が十分に蓄積されているため、低カロリーであるが高密度の餌資源である小麦の葉を優先的に採食して、採食地選択に伴う捕食者や移動のリスクを最小化するというリスク感応型採食戦略の仮説に基づくものである。

二つ目は、脂肪蓄積量が低いマガソは特に沼から離れた広範囲の田圃の落ち穂を探食するという予測である。これは、餌資源が高密度である確率は低くとも、可能な限り高密度で高カロリーである落ち穂を探して採食し、採食地選択に伴うリスクよりも自身の栄養状態のリスクの最小化を優先する可能性があるという考えに基づくものである。マガソの行動パターンの解析は、脂肪蓄積量による採食地利用について主に行い、時空間における採食効率も加えて行う。それらの解析結果からマガソの行動特性を把握し、小麦食害のメカニズムへの関与と対策に関する提言を行う。

II. 調査地および手法

1. 調査地と調査期間

北海道美唄市宮島沼（北緯 43 度 20 分 東経 141 度 43 分）の

周辺圃場を調査地とした。周辺圃場については、宮島沼から半径約8km圏内の圃場を石狩川（幅約150m）と旧美唄川（幅約50m）の二つの河川と道路によって調査地を6分割し（佐藤2011、熊谷2011）、それぞれのブロックを、美唄A、美唄B、北村A、北村B、月形A、月形Bとした（図1）。

調査は、飛来期である春季と秋季に実施した。春季は2011年4月7日から5月3日と2012年4月16日から5月6日、秋季は2011年9月18日から10月14日と2012年9月18日から10月10日のそれぞれ2年間実施した。

2. 手法

(1) 飛来数カウント調査

日の入り30分前から塘入りするマガソの個体数をほぼ毎日カウントした。

(2) ルートセンサス調査

マガソが採食活動を行う早朝から、午前中に行った。一日辺り、半径約8km圏内の圃場の約半分の面積に当たる南西側3ブロック（北村A、北村B、月形B）と、北東側3ブロック（美唄A、美唄B、月形A）のセンサスを行い、両ブロックを1日毎に2日かけて調査した（図1）。センサスルートを車で走行し、マガソを発見次第、個体数、採食地タイプ（田園・

小麦畑・その他不明)、分布位置をカウンター、双眼鏡(8倍)、望遠鏡(30倍)を用いて、データシートと地図(1/25000)に記録した。これらの6ブロック(宮島沼から半径約8km圏内)の調査は週1回実施した。

(3) 脂肪蓄積調査

センサス調査とは別に、宮島沼から半径約8km圏内の調査地を巡回し、マガソを発見次第、個体数、分布している圃場の位置、採食地タイプ(田圃、小麦畑)を記録し、ビデオカメラ(約15倍)を用いて採食しているマガソを撮影した。撮影したマガソの脂肪蓄積量は、脂肪量の指標であるAPI(Abdominal profile index)(Moriguchi *et al.* 2006)(図2)を用いて7段階に判定した。

脂肪蓄積調査の期間は、春季では、2011年は4月11日から5月3日の内の12日間、2012年は4月18日から5月6日の内の17日間、秋季では2011年は9月26日から10月12日の内の15日間、2012年は9月24日から10月10日の内の15日間とした。調査時間は、ルートセンサス調査とあわせて行う日は14時から日没2時間前まで、それ以外は日の出直後から正午、14時から日没2時間前までほぼ毎日実施した。

得られたデータから統計解析を行うにあたって、年、飛来

時期、脂肪蓄積量の段階、距離の区分を以下の様にした。まず 2011 年と 2012 年の 2 年間のデータを合わせた。飛来時期については、食害発生前である飛来前期（融雪期）と発生後である飛来後期（食害期）の結果を比較した。区分方法は、2011 年では 4 月 11 日から 4 月 19 日、2012 年は 4 月 16 日から 4 月 24 日を飛来前期（融雪期）とし、飛来後期（食害期）では、2011 年は、4 月 20 日から 5 月 3 日、2012 年では 4 月 25 日から 5 月 6 日とした。脂肪蓄積量の段階については、1, 2 段階と 6, 7 段階の脂肪蓄積量のマガソはほとんど確認できなかつたことから、3 段階以下、4 段階、5 段階以上の 3 つに区分した。半径約 8 km 圏内の調査地域を 3 km 毎に均等に区分した。

(4) 採食行動調査

時空間における採食効率の違いを調べるために、脂肪蓄積調査と並行してマガソが 1 分間に食物（落ち穂や小麦の幼葉）を啄ばみながら歩く歩数（歩調率）（Teunissen *et al.* 1984）をカウントした。

統計解析を行うためのデータのまとめ方は、年、時期、距離とともに脂肪蓄積調査と同様とした。

(5) 統計学的解析方法

脂肪蓄積量による採食地利用の結果について、カイ二乗検定による独立性の検定を行い、また、詳細な差を検討する目的で残差分析を用いた。

田圃と小麦畑の各採食効率（歩調率）について、春季は対応のない2元配置の分散分析、秋季は時期を考慮しない対応のない1元配置の分散分析を行った。また多重比較検定としてBonfferoni法を用いた。

以上の検定はIBM SPSS Statistics19を使用した。

III. 結果

1. 飛来数

宮島沼における例年の春季のマガノの飛来期間は、3月下旬から5月下旬までで、最大飛来数は4月下旬に約6万羽が宮島沼に集結する。

2011年は沼が解氷した翌日の4月12日以降から約5万羽以上が15日間以上確認された（4月12日から4月30日）。2012年は積雪量が多かった影響から沼周辺の圃場と沼の雪融けが遅く、宮島沼に最初に飛來した日（初雁日）が4月16日で例年よりも遅かった。各年の最大飛来数は、2011年には

4月24日と4月30日に73000羽、2012年には4月30日に66750羽が確認された(図3a)。また、2011年は5月5日に、2012年は5月6日に大多数のマガソが繁殖地に北帰した。

宮島沼における例年の秋季の飛来期間は9月中旬から10月上旬までで、最大飛来数は10月上旬に約4万羽のマガソが宮島沼に集結する。

2011年と2012年の宮島沼に最初に飛來した日は9月18日で、2011年は最大飛來数が10月7日に約3万羽を確認した。2012年は9月27日に約5万羽以上の飛來数を確認した(図3b)。また、2011年は10月14日、2012年は10月10日に大多数のマガソが越冬地へ南下した。

2. 採食地利用

(1) 春季

1) 圃場種利用変化

センサス調査における捕捉率(センサス時観察個体数/塘入り個体数)は、2011年では平均48.6%、2012年は平均66.9%であった。

2011年における圃場種の分布割合の変化について、マガソは雪上や田圃から小麦畑に採食地を移す傾向があった(図4a)。その一方で、2012年はマガソが雪上を選択していた期

間が長期間（4月16,17日から4月23,24日）続き、全期間を通して小麦畑を利用する割合が低かった（図4b）。

2) 時空間的な変化

2011年は、飛来前期（2011年4月7,8日）は調査地全域で雪上や田圃に分布するマガソ多かったが、飛来中期（2011年4月15,16,19,20日）頃から沼から半径約5km圏内において小麦畑にも分布が広がり、飛来後期（2011年4月27,28日）では調査地全域の小麦畑に分布が広がった（図5）。その一方で2012年は飛来前期（2012年4月16,17日）と飛来中期（4月21,22日）にかけて沼から半径約8km圏内全域の雪上や田圃にマガソが分布し、飛来後期（2012年4月30日,5月1日）でほぼ調査地全域の小麦畑に分布した（図6）。

（2）秋季

センサス調査における捕捉率（センサス時観察個体数/塘入り個体数）は、2011年は平均32.5%、2012年は平均31.6%であった。2011年、2012年の各年の秋季はどの時期においてもマガソは田圃を採食地として利用していた。時期の進行に従って塘から離れた圃場を利用する傾向が見られたが、沼から7km以上離れた圃場にはほとんど分布しなかった（図7）。

3. 脂肪蓄積量による採食地利用

(1) 春季

脂肪蓄積を判定したマガソの個体数は、計 9200 羽（2011 年：n 数 = 3760、2012 年：n 数 = 5440 羽）となった。

マガソの脂肪蓄積状態による採食地利用の変化を時期、距離、圃場種を要因として以下の 5 つの関係を導いた。

1) 時期毎の脂肪蓄積量

飛来前期と飛来後期のそれぞれの期間におけるマガソの脂肪蓄積量段階の割合は、飛来前期（融雪期）では 3 段階以下のマガソが約 60% 以上の割合を占め、5 段階以上のマガソの割合は約 10% であった（図 8）。飛来後期（食害期）では 4 段階以上のマガソ（4 段階、5 段階以上）が約 50% 以上の割合を占め、3 段階以下のマガソは約 10% であった。

飛来前期と飛来後期の脂肪蓄積量には有意な差がみられた ($\chi^2 = 3450.689$ 、 $df = 2$ 、 $p < 0.001$)。残差分析の結果（表 1a）から、飛来後期における 4 段階以上のマガソが飛来前期の 4 段階以上のマガソよりも有意に多かった。

2) 圃場種毎の脂肪蓄積量

全調査期間において田圃に分布していたマガソの脂肪蓄積量の各段階割合は、3 段階以下のマガソと 4 段階のマガソが

約 80% 近くの割合を占めていた（図 9）。小麦畠に分布していたマガソの脂肪蓄積量は 4 段階と 5 段階の割合が約 80% の割合を占めていた。また、田圃と小麦畠に分布するマガソの各脂肪蓄積量には有意な差が見られた ($\chi^2 = 180.475$ 、 $df=2$ 、 $p<0.001$)。残差分析の結果（表 1b）から、田圃に分布する 3 段階以下のマガソは小麦畠に分布する 3 段階以下のマガソの割合よりも有意に高く、田圃に分布する 5 段階以上のマガソは、小麦畠に分布する 5 段階以上のマガソの割合よりも有意に低かった。

よって小麦畠を利用するマガソは脂肪蓄積量が高く、田圃を利用するマガソは脂肪蓄積量が小麦畠よりも低いことが分かった。

3) 距離毎の脂肪蓄積量

全調査期間において、沼から半径約 3 km 每の圃場に分布するマガソの脂肪蓄積量の各段階の割合を出した（図 10）。

沼から半径約 3 km 圏内の圃場に分布するマガソの脂肪蓄積量は 4 段階のマガソが約 50% 近くの割合を占め、3 段階以下のマガソは約 20% であった。沼から半径約 3 km から 6 km 圏内の圃場に分布するマガソの脂肪蓄積量は、3 段階以下のマガソと 4 段階のマガソがほぼ等しい割合（3 段階以下：37.9%、

4段階:37.2%) であり、5段階以上のマガソは約25%であった。沼から半径約6kmから8km以上の圃場に分布するマガソの脂肪蓄積量は、4段階以下の割合が約80%を占め、その内の約50%を3段階以下が占めていた。統計解析の結果、沼から半径約3km毎の距離において脂肪蓄積量の全段階に有意な差があった ($\chi^2=406.534$ 、 $df=4$ 、 $p<0.001$ 、表1c)

よって、沼から近場(<3km圏内)の圃場を利用するマガソは脂肪蓄積量が高く、沼から遠方(6<8km以上)の圃場を利用するマガソは脂肪蓄積量が低い傾向があることが分かった。

4) 時期毎における圃場種毎の脂肪蓄積量

飛来前期(融雪期)と飛来後期(食害期)のそれぞれの時期において、田圃と小麦畠の圃場種毎のマガソの脂肪蓄積量の各段階の割合を出した(図11)。飛来前期の圃場種毎では、田圃に分布するマガソと小麦畠に分布するマガソの脂肪蓄積量の両方とも3段階以下のマガソの割合が約70%を占め、次いで4段階、5段階以上の割合の順であった。飛来後期の圃場種毎では田圃と小麦畠に分布するマガソの脂肪蓄積量の両方とも、4段階以上が90%の割合を占めていた。田圃と小麦畠に分布するマガソの各脂肪蓄積量には飛来前期において有意な差が無かった ($\chi^2=2.143$ 、 $df=2$ 、 $p>0.05$) が、飛来後

期では有意な差があった ($\chi^2 = 22.330$ 、 $df=2$ 、 $p < 0.001$)。

飛来後期において残差分析を用いた所、小麦畠に分布する 5 段階以上のマガソの割合は田圃に分布する 5 段階以上のマガソの割合よりも有意に高かった (表 2b)。

よって飛来後期では小麦畠を利用するマガソは田圃を利用するマガソよりも脂肪蓄積量が高い傾向があることが分かった。

5) 圃場種毎における距離毎の脂肪蓄積量

全調査期間を通して、沼から半径約 3 km 每の距離の田圃と小麦畠の圃場に分布するマガソの脂肪蓄積量の各段階の割合を出した (図 12)。

田圃に分布するマガソの各距離毎の脂肪蓄積量については、沼から半径約 3 km 圏内では、4 段階のマガソが約 50% を占め、次いで 5 段階のマガソが約 30% を占めていた。沼から半径約 3 km から 6 km の田圃では 3 段階以下のマガソと 4 段階のマガソが約 40% ずつで等しい割合だった。沼から半径約 6 km から 8 km 以上の田圃では 3 段階以下のマガソが約 50% 以上を占め、次いで 4 段階のマガソが約 30% を占めていた。統計解析の結果、田圃に分布するマガソの脂肪蓄積量の各段階割合は沼から半径約 3 km 每のそれぞれの圃場で有意な差があり (χ

$\chi^2=337.189$ 、 $df=4$ 、 $p<0.001$)、脂肪蓄積量の全段階において有意差があった(表3a)

小麦畑に分布するマガソの各距離毎の脂肪蓄積量の各段階割合は、沼から半径約3km圏内では4段階が約50%を占め、次いで5段階以上が約40%を占めていた。沼から半径約3kmから半径6km圏内の小麦畑では4段階が約40%を占め、次いで3段階以下と5段階以上が約30%ずつを占めていた。そして、沼から半径約6kmから半径8km以上では5段階以上が約40%を占め、次いで4段階が約30%を占めていた。小麦畑に分布するマガソの脂肪蓄積量の各段階割合はそれぞれの距離において有意な差があった($\chi^2=40.428$ 、 $df=4$ 、 $p<0.01$)。残差分析の結果から脂肪蓄積量の全段階に有意差があったものの、距離との関係では割合の多少にばらつきがあった(表3)。

よって、田圃では脂肪蓄積量が低いマガソは沼から遠方の圃場に分布する傾向があるが、小麦畑では脂肪蓄積量によつてどの距離の圃場に分布するかという傾向は見いだせなかつた。

(2) 秋季

脂肪蓄積を判定したマガソの個体数は、計3620羽(2011年:n数=1780羽、2012年:n数=1840羽)となつた。

秋季は全調査期間を通して、田圃に分布するマガソにおいて、距離毎の脂肪蓄積量の各段階割合を解析した。

沼から半径約3km圏内の田圃に分布するマガソの脂肪蓄積量の各段階割合は、3段階以下が約50%以上を占め、次いで4段階が約40%、5段階以上は約2%とほとんどいなかつた(図13)。そして沼から半径約3kmから6km圏内の田圃では、4段階が50%以上を占め、次いで3段階以下が約40%を占めていた。沼から半径約6kmから8km以上の田圃では、4段階が約60%を占めていた。

沼から半径約3km毎の距離の田圃において脂肪蓄積量の各段階に有意な差が見られた($\chi^2=270.715$ 、 $df=4$ 、 $p<0.001$)。残差分析の結果から、脂肪蓄積量の全段階に有意差があった(表4)。

よって、秋季では脂肪蓄積量が低いマガソは沼から近場の田圃を利用する傾向があることが分かった。

4. 採食効率の時空間的変化

(1) 春季

2011年と2012年の各年における全調査期間において、歩調率を調査したマガソの個体数は、計966羽(2011年:330羽、2012年:636羽)となつた。

1) 田圃に分布するマガソの歩調率

田圃に分布するマガソは、飛来前期（融雪期）は歩調率が有意に低いが、飛来後期（食害期）では歩調率が有意に高くなつた。沼から半径約3km圏内の田圃に分布するマガソはそれ以上の距離の田圃に比べて歩調率が有意に高かつた（図14, 15a、表5, 6a、時期： $F(1, 756) = 28.026$ 、 $p < 0.001$ 、沼からの距離： $F(2, 756) = 15.8286$ 、 $p < 0.001$ ）。

よつて田圃では飛来後期に採食効率が低下し、特に沼から近場の田圃における採食効率が遠方の田圃の採食効率より低下していた。

2) 小麦畑に分布するマガソの歩調率

小麦畑に分布するマガソの歩調率は時期、沼からの距離の両要因とも有意な差はなかつた（図14, 15b、表5b、時期： $F(1, 198) = 2.371$ 、n.s.、沼からの距離： $F(2, 198) = 2.682$ 、n.s.）。

よつて、小麦畑における採食効率は時空間的な変化がみられなかつた。

（2）秋季

2011年と2012年の各年における全調査期間において、歩調率を調査したマガソの個体数は、計482羽（2011年：291羽、2012年：191羽）となつた。

秋季の田圃に分布するマガソの歩調率については、沼から半径約 6 km 以上の歩調率が沼から半径約 6 km 圏内の田圃に分布するマガソの歩調率よりも有意に高かった(図 16、表 5c, 7、沼からの距離: $F (2, 474) = 4.341$ 、 $p < 0.05$)。

よって、秋季では、沼に近い田圃において、遠方よりも採食効率が高いことが示された。

IV. 考察

1. 宮島沼におけるマガソの採食地利用の全体の傾向

春季において、マガソは時期により利用する採食地域（距離）や圃場種が異なっていた。飛来中期から飛来後期にかけて場所によって落ち穂が枯渇し、同時に小麦の幼葉が成長したため、沼から近場（半径 5 km 圏内）の小麦畠から半径約 8 km 圏内全域に拡散した。この時期はマガソの飛来数が増加して多くのマガソが落ち穂を採食することに加え、田圃の耕起等の農業活動が始まることで、落ち穂量が大幅に減少するため、広範囲の小麦畠を利用するのだと考えられる。

しかし飛来後期においても積雪量が多かった 2012 年は田圃に分布するマガソの数の方が小麦畠に分布するマガソの数よりも多い傾向があった。この要因として、マガソの飛来と

農業活動が遅れたことによって落ち穂の減少も遅れたことが挙げられる。この結果は落ち穂が豊富にある状態が維持されれば小麦食害は大幅に軽減できるということを示唆している。

2. 脂肪蓄積量による採食地利用

宮島沼におけるマガソは、脂肪蓄積量が高いマガソが小麦畠を利用する傾向があることがわかった。脂肪蓄積量が高いマガソは飛来前期に比べて飛来後期に著しく増加した。飛来後期においても、脂肪蓄積量が低いマガソは沼から離れた田圃を利用する傾向があった。これらの結果は緒論で示したりスク感応型採食戦略の仮説が当てはまるることを証明している。また、脂肪蓄積量が高いマガソは沼から近場（ $<3\text{ km}$ 圏内）の小麦畠を利用する傾向があった。これは採食地戦略の移動リスクを最小化している要因が考えられるが、田圃を利用するマガソのような顕著な傾向はみられなかったため、その要因を一概に言うこととはできない。可能性がある他の要因に関する内容については次の項目で述べることとする。

2011年と2012年の春期の小麦畠に分布する傾向に大きな差があったにもかかわらず、マガソの脂肪蓄積量による採食地利用は、2年間ひとまとめにしたデータの統計学的解析に

において意味のあるものである事が示された。2012年のように落ち穂残量が豊富にある状況でも脂肪蓄積量の高いマガソは小麦畠を利用し、脂肪蓄積量の低いマガソは沼から離れた田圃を利用する傾向があるということである。これは、マガソが脂肪蓄積状態に依存して採食地利用を行っていることをより確実に示している。

3. 採食効率変化

ガン類の採食効率は食物密度の影響を大きく受けるため、最初は食物密度が高い採食地を利用し始め、そこでの食物量が減少して他の採食地での食物密度と等しくなると他の採食地を利用する (Royama 1971)。イギリスで越冬するコクガンは北ノーフォーク地域において、主要食物である潮間帯の藻類や草本類が減少して採食効率が低下すると採食効率が比較的高い農地を利用し始める (Summers *et al.* 1993)。

宮島沼に春季に飛来したマガソについて、飛来後期に沼から近場の田圃では歩調率が高くなつた。つまり採食効率が低くなっていることが示された。特に沼から近場の田圃の落ち穂が減少しやすい (Ushiyama 2003) ことから、沼から近場の田圃がそれ以上の距離の田圃よりも採食効率が低下したのではないかと考えられる。最初は食物密度が高い田圃の落ち

糀を採食するが、飛来後期の落ち糀の減少により小麦畠の食物密度が相対的に上昇することで、小麦畠を利用するマガソが現れ始めるのだと考えられる。

一方で小麦畠においては時空間に歩調率、つまり採食効率に変化が無かった。その要因として、調査地域における飛来後期の小麦畠の食物密度に変化がなかったことが考えられる。これは、前項目で述べた脂肪蓄積量の高いマガソの採食地選択が距離毎に顕著な傾向が見られなかつた要因が関与している可能性がある。

4. 今後の課題

マガソは自身の脂肪蓄積状態によって採食地利用を行い、圃場の食物密度や脂肪蓄積状態によって採食効率も変化する可能性があると考えられる。しかし、今回は脂肪蓄積量を判定したマガソの歩調率（採食効率）を求めていないため、脂肪蓄積量と採食効率が関与しているかは断定できない。よつて、今後はこれらを関連付けてデータを抽出する必要がある。

また、本研究では時期毎における圃場種と距離の要因からなる採食地のみでマガソの状態依存による採食地利用の把握を主たる目的としたため、種々の環境要因がどのように採食地利用に影響を与えていたかの詳細が明らかになっていない。

ガン類は自動車等の人為的搅乱の影響を強く受け、道路、送電線、家屋、防風林等に近い採食地を避ける傾向がある(Amano *et al.* 2006)。今後は、搅乱要因に近い採食地とそうでない採食地を区別した上で脂肪蓄積量による採食地利用の違いを把握する必要がある。また、雌雄間では脂肪蓄積量に違いがあり、特にオスは繁殖に向けてメスに脂肪を蓄積させるために見張りや争いに費やす時間が長く、採食時間が短いことから脂肪蓄積量がメスよりも少ないと報告されている(Moriguchi *et al.* 2006)。雌雄間で脂肪蓄積量による採食地利用と採食効率の変化に違いがあると予想され、これらを考慮することがより詳細な脂肪蓄積量による採食地利用とそれに伴う採食効率を把握するために必要だと考えられる。また、マガソの行動特性を様々な環境要因から広域に解析するためには統計手法を検討し、それに基づいたデータの取得を検討する必要がある。

3. 小麦食害への提言

本研究の調査結果より、宮島沼におけるマガソはリスク感応型の採食戦略を行っていること、マガソは状態依存によって採食地利用を変化させていることが示唆された。この特性を活かした食害対策を講じていく上で、代替採食地に脂肪蓄

積量の高いマガソを効率的に誘引することが食害を軽減することを可能にするが、従来の代替採食地の設置方法を見直す必要がある。

宮島沼で利用されている代替採食地は、田圃の採食地としての質を高める対策の一つであり、食害発生時期の直前に田圃に屑糞を散布して、食害を起こすマガソを誘引する対策である (Amano *et al.* 2007)。しかしこの対策は設置数が少ないことから、マガソを効率的に誘引できていない (佐藤 2011)。食害を軽減させるためには代替採食地の糞散布量を増やすよりも設置数を広範囲に増大させることでマガソを効率良く誘引できるのではないかと報告されているが、費用の面で持続的な対策ではない (Amano *et al.* 2007)。また、状態依存による採食地利用の点から、屑糞を利用した代替採食地では脂肪蓄積量の低いマガソを誘引し、食害を引き起こす脂肪蓄積量の高いマガソを効率良く誘引できない可能性がある。

一方で宮島沼では蛍光テープを付けたプラスチック製ポールや爆音機等で小麦畠に分布するマガソを防除する対策があるが、追い払われたマガソが安心して採食できる圃場が少ないといため、確実に採食できる小麦畠をもう一度選択せざる終えなくなる。こういった負のサイクルによってマガソは防除に

慣れてしまい、最終的には防除効果がほとんどなくなる（Amano *et al.* 2008、佐藤 2011）。

マガソが食害を起こさないためには安心して採食できる圃場を確保し、食害を引き起こすマガソを効率良く誘引することが重要である。

近年、緑肥を利用した代替採食地が宮島沼において注目されており、2011年の春季の飛来期間に緑肥型代替採食地を一部の圃場で試験的に設置された。緑肥とは、麦や菜種等の植物を作付してから肥料として土の中に鋤き込むもので、土壤管理や作物生育に有効な方法である（逢坂 1978）。屑麦を田圃に緑肥として生やして代替採食地にすることで、食害を引き起こす脂肪蓄積量の高いマガソを効率良く誘引できるのではないかと考える。また、緑肥を利用した代替採食地は屑麦を生長させ続ける方法であるため屑糞を散布する代替採食地よりも労力や費用が削減できる持続的な対策であり、今後の小麦食害対策に重要である。

また田圃の落ち糞量を確保することも食害対策には重要である。宮島沼に飛来するマガソは全体的に耕起をしていない、落ち糞量が豊富な田圃を好んで選択する傾向がある。その要因として、耕起された田圃等は秋処理によって圃場の落ち糞

が土壤中に埋められてしまうことで採食に適さなくなるからである（嶋田 1997）。また脂肪蓄積量による採食地利用の点から、捕食者や移動リスクを最小化する脂肪蓄積量が高いマガソ（食害を起こすマガソ）を田圃に誘引するには、沼から近場の田圃の落ち穂量を確保することで小麦畠を利用する必要が無くなると考えられる。

よって、緑肥を利用した代替採食地と落ち穂密度が高い田圃を確保することで、マガソの好適な採食可能領域を増大させ、小麦食害を軽減することが可能になる。また緑肥効果による農業メリットもあることから、マガソの採食地管理と農業生産の向上を両立することが可能になり、マガソと人間とのより良い共生にも繋がるのではないかと考える。

V. Abstract

White-fronted geese (*Anser albifrons*) forage on young leaves of wheat as well as rice grains in agricultural fields around Lake Miyajimanuma in Hokkaido, which is a migratory stopover site, causing wheat damage every spring. Behavioral characteristics of foraging patch selection of the geese have been studied, and fat reserve before leaving the stopover site has been clarified. The aim of this study was to elucidate the characteristics of field choice of the geese in relation to their fat level in order to solve wheat damage problems.

Spatial and temporal patterns of field choice of the geese during the spring and fall staging periods in 2011-2012 were surveyed. Fat deposition level was estimated as the abdominal profile index, and pace rate was measured as the number of steps in 60 seconds for a randomly selected foraging goose in each field of rice stubble and wheat leaves.

The distribution of geese was mainly in rice-stubble fields in early spring but changed to wheat fields in late spring. Fat deposition levels of the geese in wheat fields were significantly higher than those of geese in rice fields. No significant

difference was found in numbers or pace rates of geese in wheat fields at different distances from the lake. The geese used rice fields near the lake in early spring but used rice fields far from the lake in late spring. The pace rate of geese in rice fields in late spring was significantly higher than that in early spring, and it was also higher in rice fields nearer to the lake. The results indicated that the density of rice grains was decreased in fields nearer the lake, the roost patch, especially in late spring.

Geese with a high fat deposition level might forage in wheat patches due to the abundance of food density despite the low energy level of wheat leaves. On the other hand, geese with a low fat deposition level might forage in rice patches distant from the roost patch with a high predation risk because they give priority to fat accumulation.

These results support the proposition that the wheat damage problem can be resolved by setting up an alternative feeding area of green manure crops to attract geese with high fat deposition levels.

VI. 謝 辞

本研究の実施の機会を与えていただき、その遂行にあたって終始ご指導を戴いた酪農学園大学大学院酪農学研究科、山舗直子教授に深謝の意を表します。

副査の任を引き受けて頂き、本論文の全体の構成及び、細部に渡り適切なご助言を戴いた同専攻吉田剛司准教授、並びに、同専攻吉田磨准教授に深く感謝いたします。

本研究の遂行にあたり、終始、暖かい激励とご指導、ご鞭撻を頂いた宮島沼水鳥・湿地センター専門員牛山克巳氏には、副査としてもご助言を頂きましたことを深謝いたします。

データの統計解析に關しご指導を戴いた、酪農学園大学鈴木透助教、並びに、野生動物保護管理研究室の博士研究員日野貴文氏に心から感謝いたします。

研究調査のご理解とご協力を頂きました、宮島沼水鳥・湿地センター岡野香子氏、美唄市・岩見沢市・月形町の皆様に感謝いたします。

VII. 引用文献

- Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G., & Higuchi, H. (2004). Alleviating grazing damage by white-fronted geese: an optimal foraging approach. *Journal of Applied Ecology*, 41:675–688.
- Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G., & Higuchi, H. (2006). Foraging patch selection and departure by non-omniscient foragers: A field example in white-fronted geese. *Ethology*, 112:544–533.
- Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G., & Higuchi, H. (2007). Predicting grazing damage by white-fronted geese under different regimes of agricultural management and the physiological consequences for the geese. *Journal of Applied Ecology*, 44:506–515.
- Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G., & Higuchi, H. (2008). Method of predicting risk of wheat damage by white-fronted geese. *Journal of Wildlife Management*. 72:1845–1852.

逢坂憲政、熊谷憲治、柳田雅芳、小原秋雄（1978）. 緑肥鋤き
込み土壤における作物生育の解析. 東北農業研究
23：45-46.

Battley, P.F., Piersma, T., Rogers, D.I., Dekkinga, A.,
Spaans, B. & VanGils, J.A. (2004).
Do body condition and plumage during fuelling
predict northwards departure dates of Great
Knots *Calidris tenuirostris* from north-west
Australia? *Ibis* 146:46-60.

Gauthier, G. (2003). Molt migration in relation to
breeding success in Greater Snow Geese. *Arc-tic*,
56:81.

熊谷麻梨子（2011）. マガノ *Anser albifrons* の日周行動にお
ける分布変化と小麦食害問題. 酪農学園大学 生
命環境学科 2010 年度卒業論文, 未公刊.

Moriguchi, S., Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G.,
& Higuchi, H. (2006). The relationship between
abdominal profile index and body condition of
Greater White-fronted Geese *Anser albifrons*.
Ornithological Science, 5:193-198.

- Moriguchi, S., Amano, T., Ushiyama, K., Fujita, G., Higuchi, H. (2010). Seasonal and sexual differences in migration timing and fat deposition in the Greater White-fronted Goose. *Orthological Science*, 9:75-82.
- Owen, M. (1981) . Abdominal profile-a condition index for wild geese in the field. *Journal of Wild life management*, 45:227-330.
- Royama, T. (1971). Evolutionary significance of predator's response to local differences in prey density:a theoretical study. In:Boer, P. J, den, Gradwell, G.R(eds) *Dynamics of populations*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. pp. 344-357.
- Summers, R.W., Etansfield, J., Perry, S., Atkins, C., Bishop, J. (1993). Utilization and diet selection by brent geese *Branta bernicla bernicla* on salt-marshes in Norfolk. *Zool. J. Zool.*, 231:249-273.

Sutherland, W. J. (1996). From individual behaviour to population ecology. Oxford University Press, Oxford.

佐藤舞子(2011). マガソ *Anser albifrons* の小麦食害に対する代替採食地の効果. 酪農学園大学大学院 酪農学研究科 2010 年度修士論文 未公刊.

嶋田哲郎(1997). 伊豆沼北東部水田地域における渡去期のマガソ *Anser albifrons* の生態-マガソの朝夕の移動と日中の活動状況. 日本鳥学会誌, 46(1) : 7 - 22

Ushiyama, K. (1999). The effect of food availability on the field use of white-fronted geese: a behavioral approach to weat damage problems.

Unpub. MS. Thesis, University of Tokyo.

Ushiyama, K. (2003). Ecological management of wheat damageproblems by greater white-fronted geese in Hokkaido, Japan. PhD thesis, University of Tokyo.

Teunissen, W., B, Spaans., & R, Drent. (1984). Breeding success Brent in relation to individual feeding opportunities during spring staging in

the Wadden Sea.

牛山克巳、天野達也、藤田剛、樋口広芳（2003）．行動生態学
からみたガン類の保全と農業被害問題．日本鳥学会
誌 52(2):88-96.

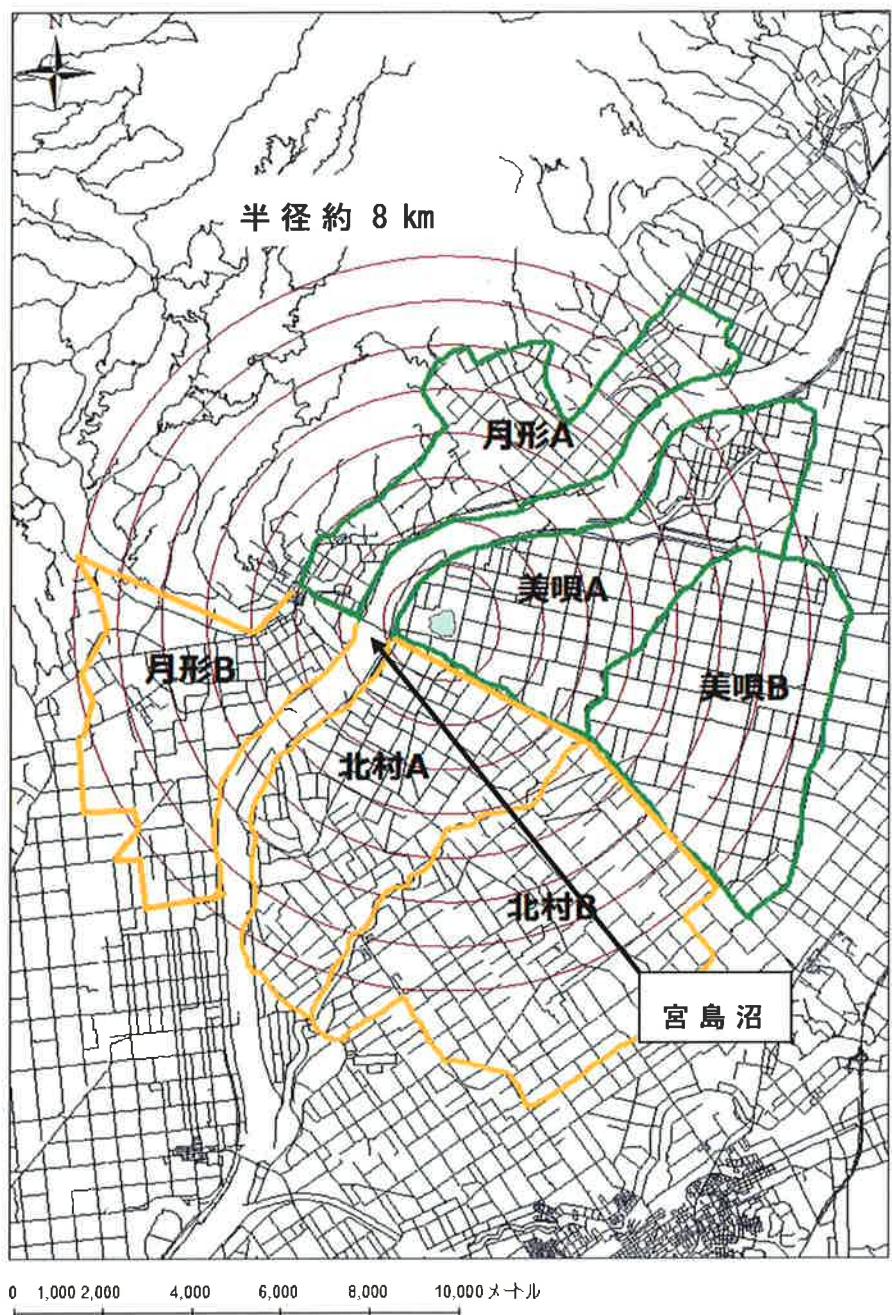


図 1. 宮島沼から半径約 8 km 圏内の 6 つの調査ブロック

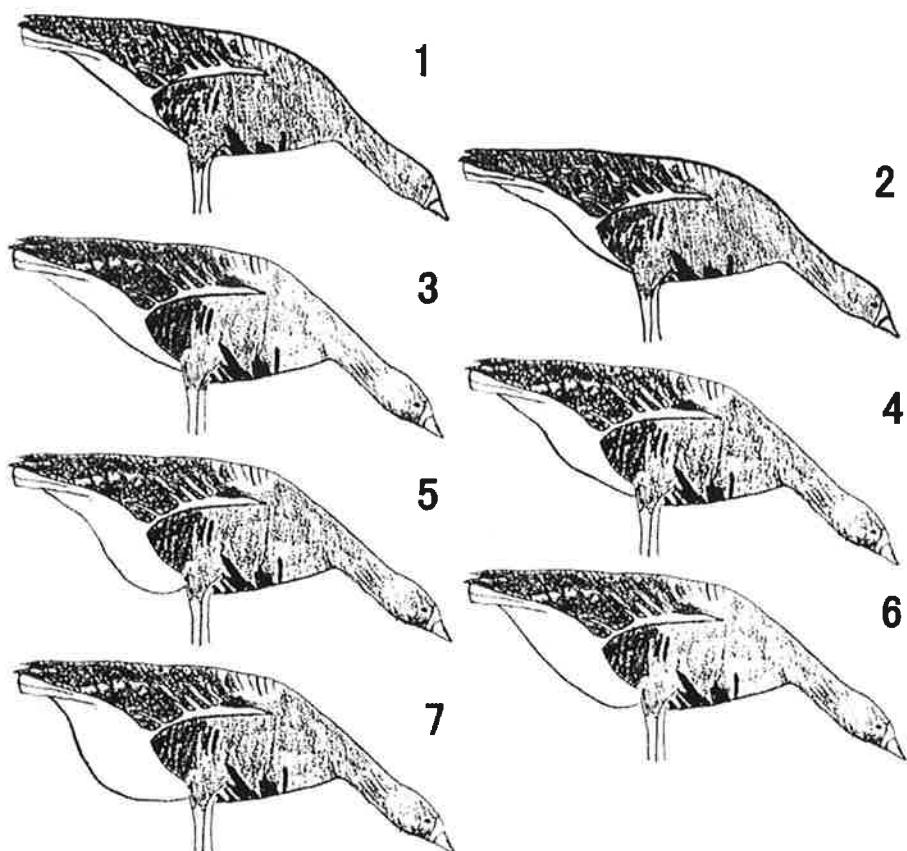


図 2. マガノの脂肪蓄積量の 7 段階指標 (Moriguchi et al. 2006)

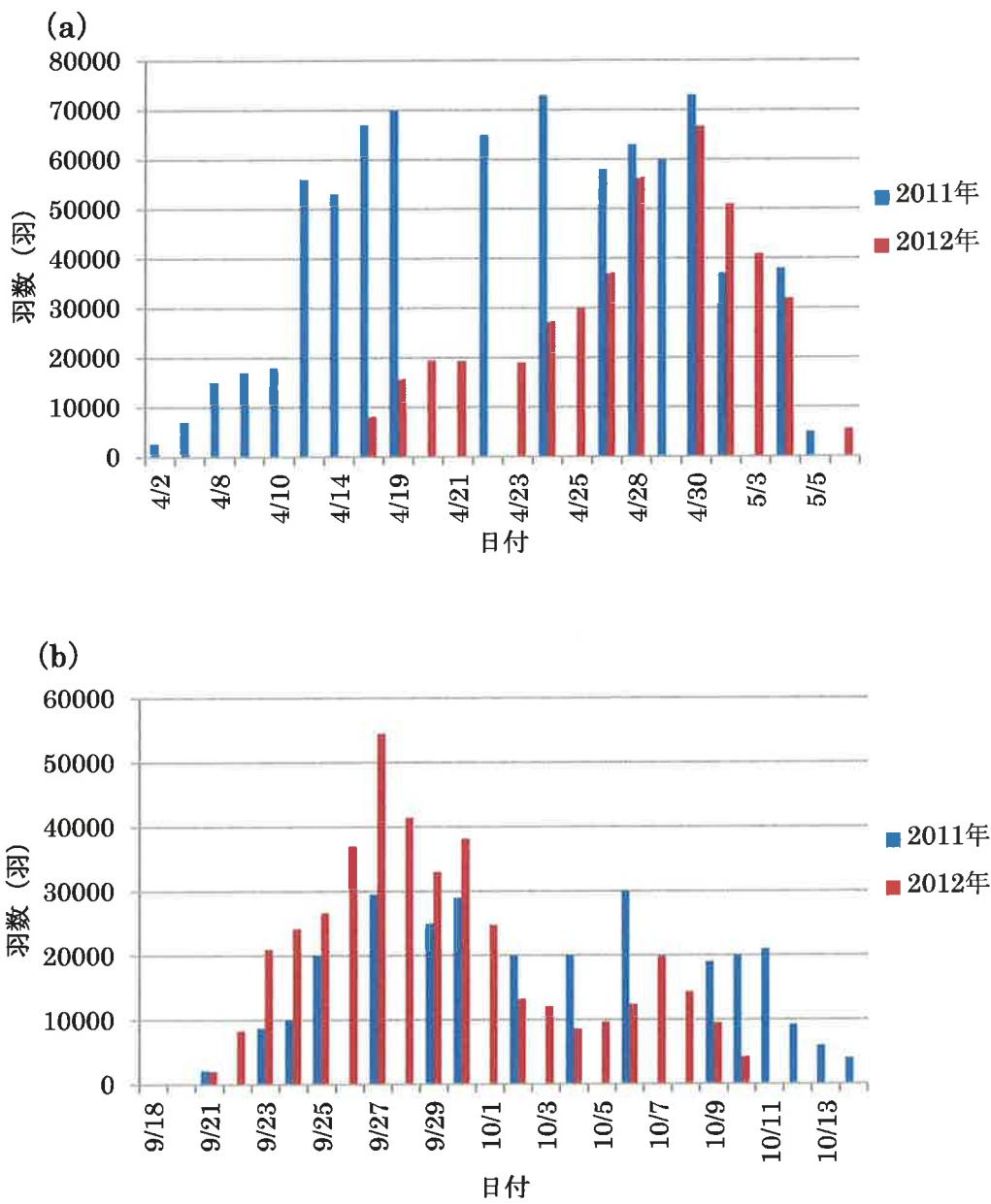


図 3. 宮島沼（堺）におけるマガノの季節毎の飛来数

(a) 春季飛来数、(b) 秋季飛来数。

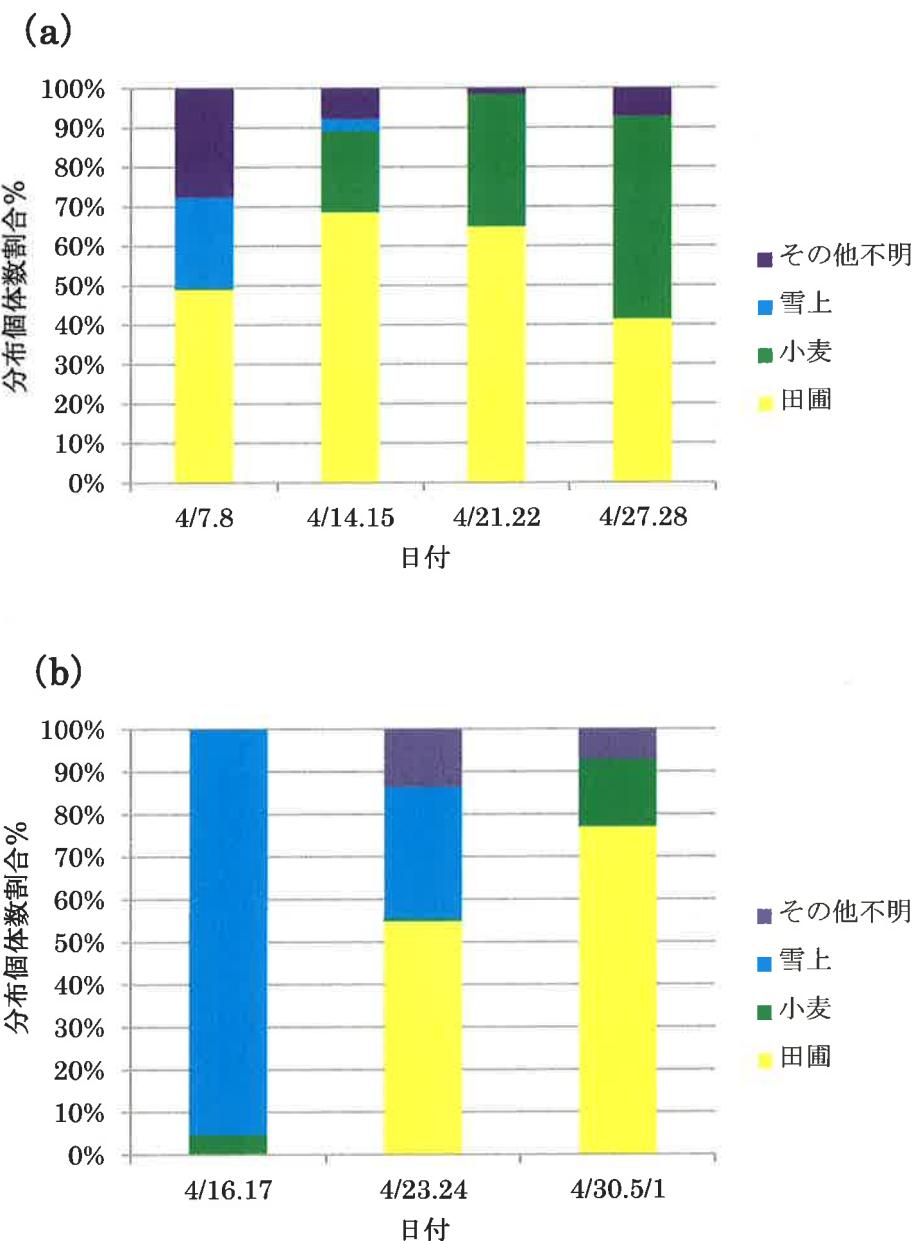


図 4. 埼から半径約 8 km 圏内における圃場種毎のマガノの分布個体数割合。(a) 2011 年春季、(b) 2012 年秋季。

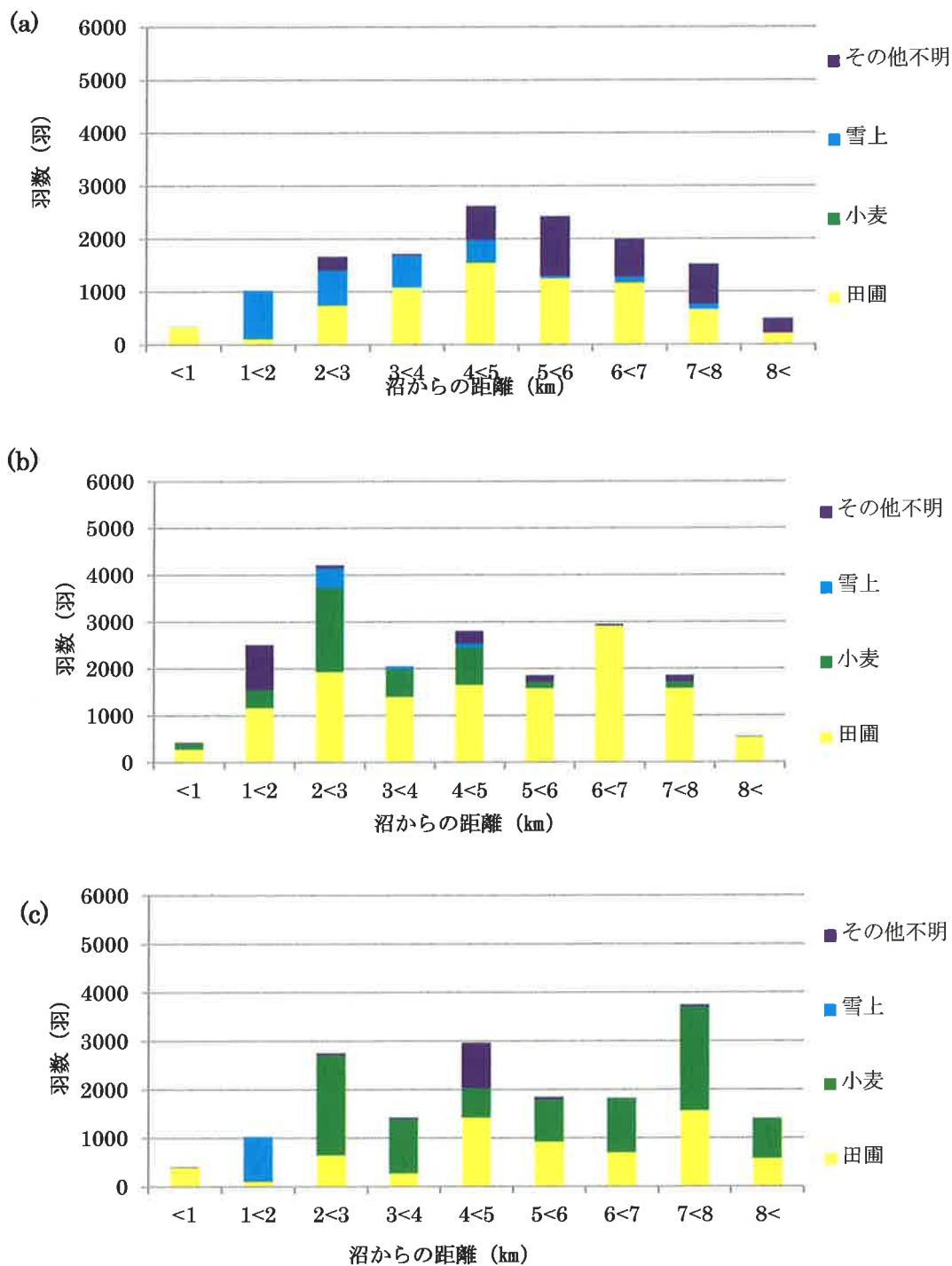


図 5. 2011 年春季における塘から約 1 km 每のマガツの分布数と圃場種

(a) 前期 (4/7, 8)、(b) 中期 (4/15, 16)、(c) 後期 (4/27, 28)。

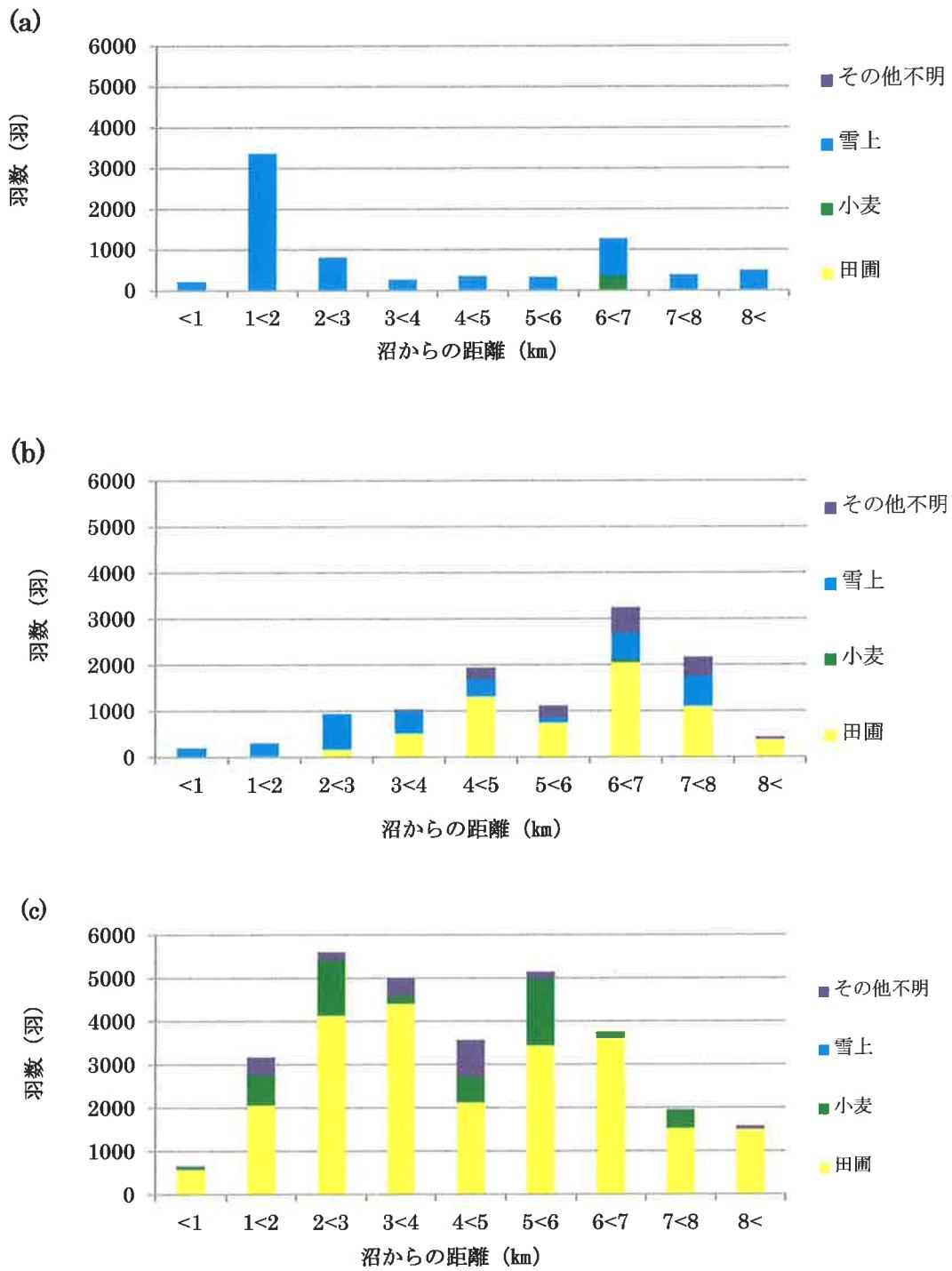


図 6. 2012 年春季における塘から約 1 km 每のマガノの分布数と圃場種

(a) 前期 (4/16, 17)、(b) 中期 (4/23, 24)、(c) 後期 (4/30, 5/1)。

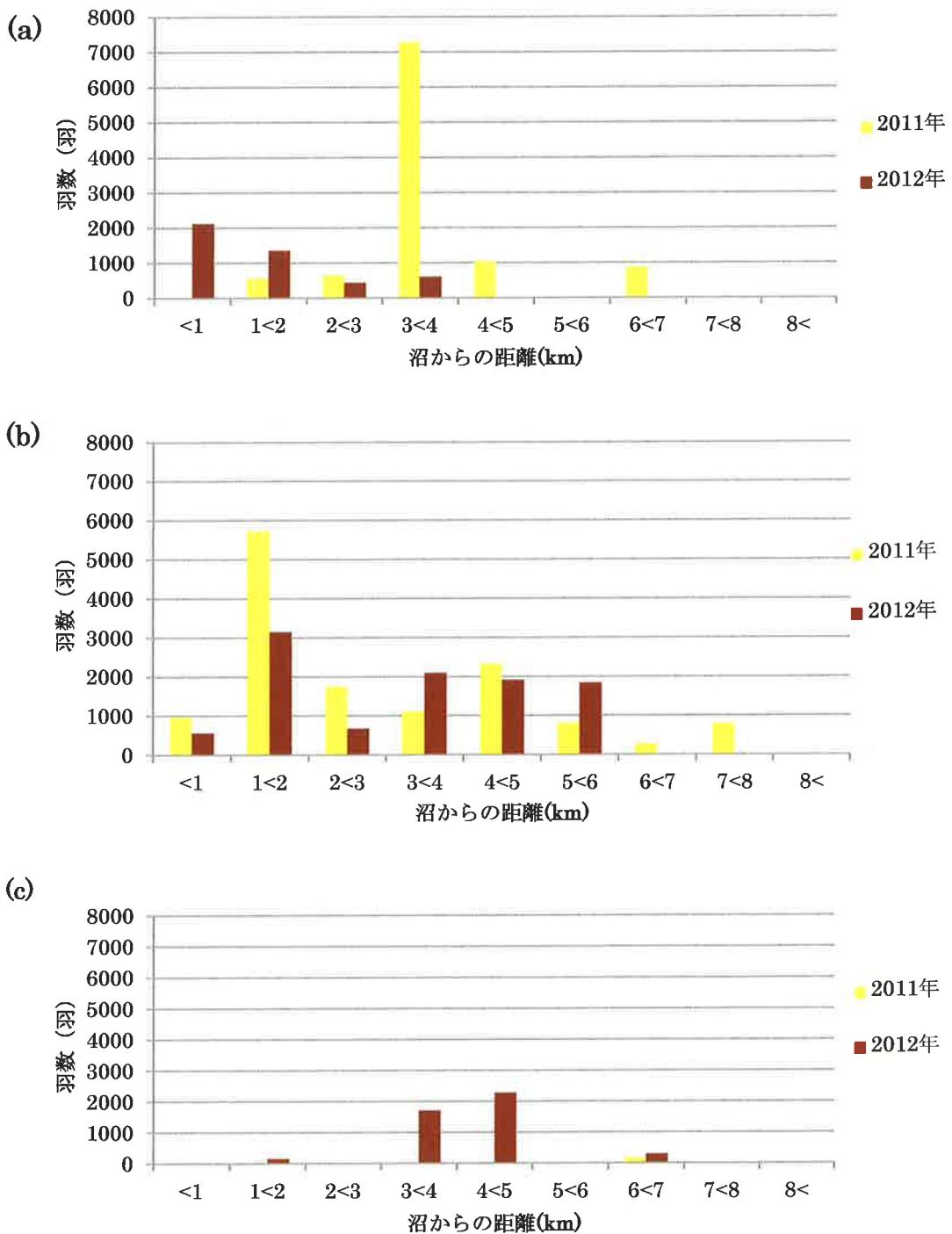


図 7. 各年の秋季における塘から約 1 km 每の田圃におけるマガノの分布数。 (a) 前期、(b) 中期、(c) 後期。

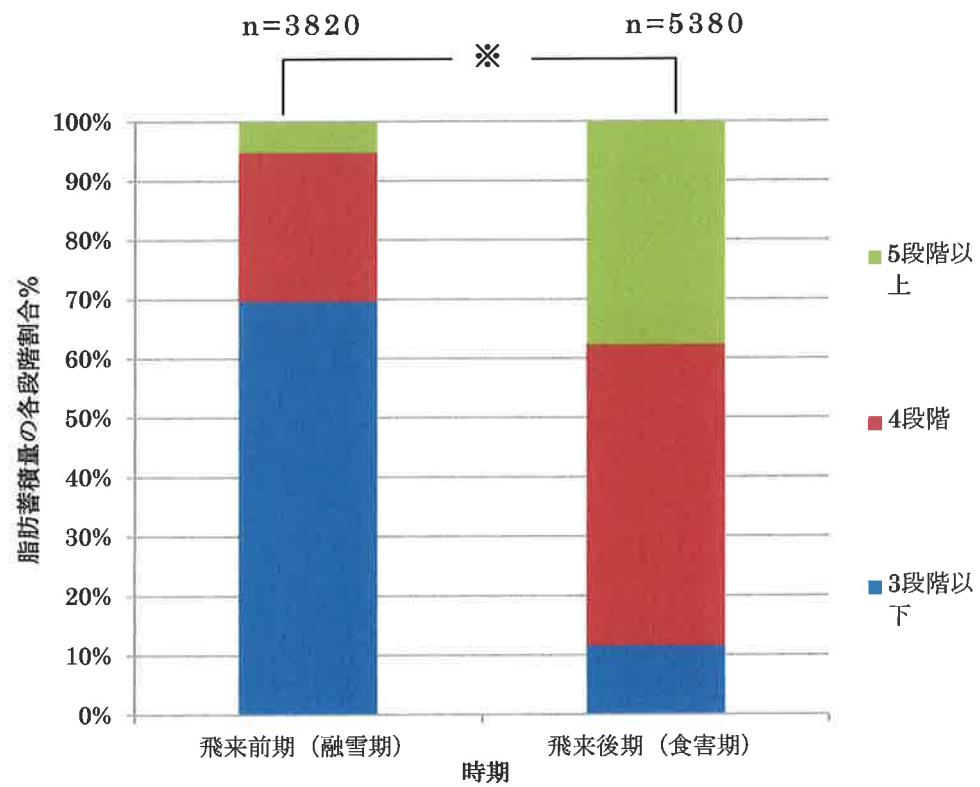


図 8. 春季における時期毎の脂肪蓄積量

※ $\chi^2 = 3450.689$ 、 $df = 2$ 、 $p < 0.001$ 、残差分析の結果は全段階において
 $p < 0.01$ で有意差を示す。

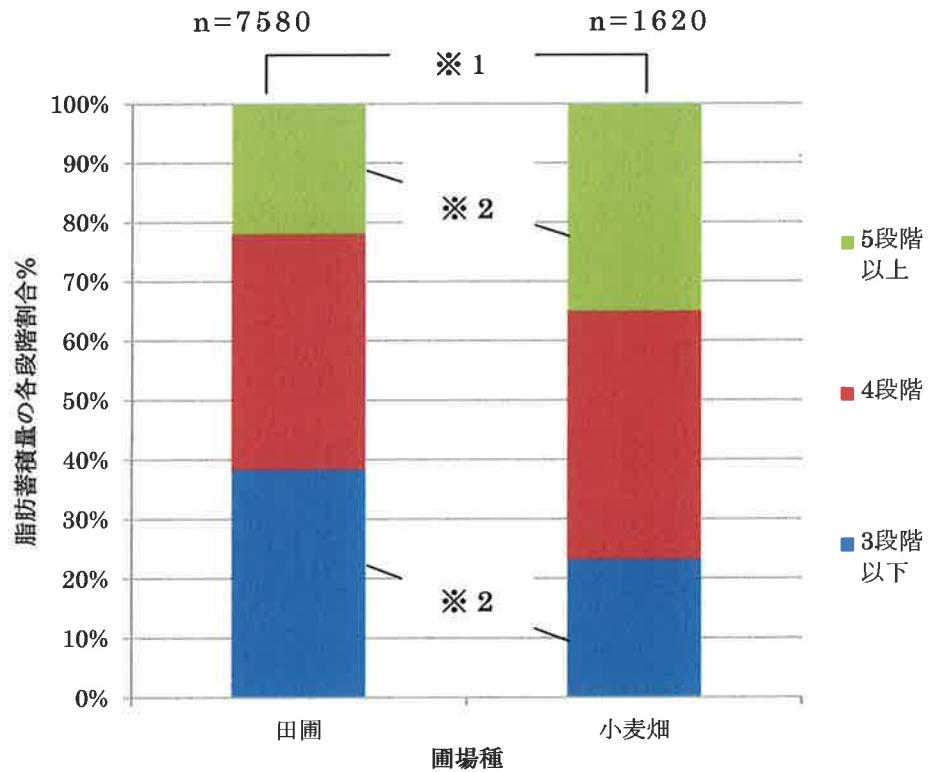


図 9. 春季における圃場種毎の脂肪蓄積量

*1 : $\chi^2 = 180.475$ 、df = 2、p < 0.001、

*2 : 残差分析の結果、3段階以下と5段階以上は p < 0.01 で有意差を示し、4段階は n.s.。

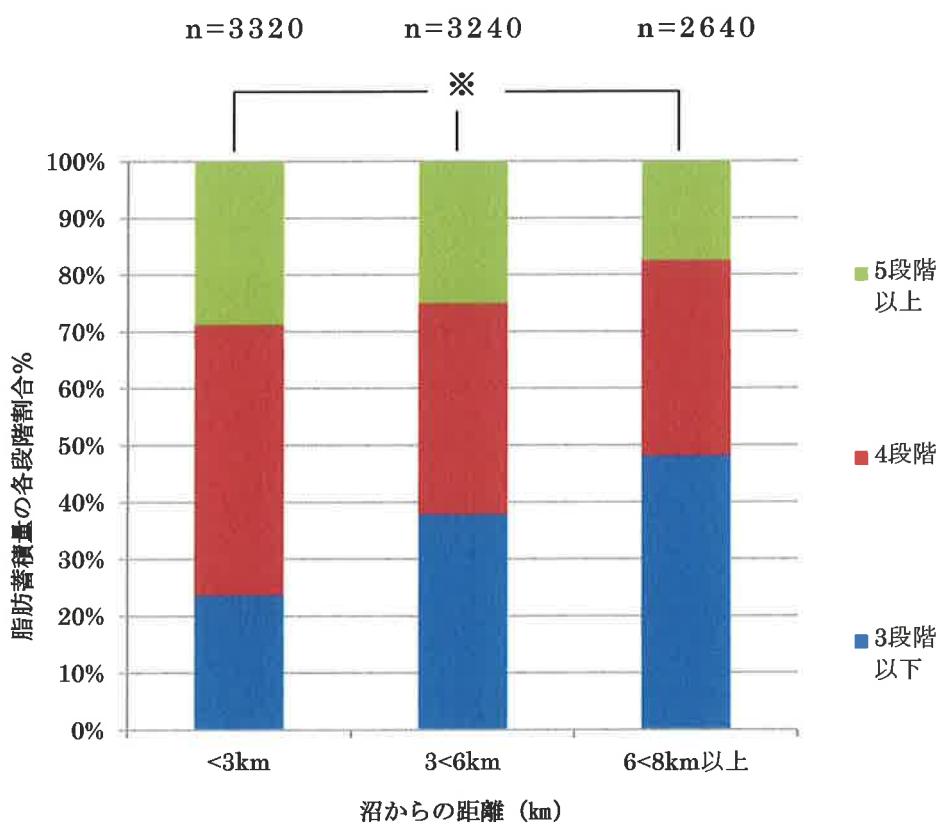


図 10. 春季における距離毎の脂肪蓄積量

※ $\chi^2 = 406.534$ 、 $df = 4$ 、 $p < 0.001$ 、残差分析の結果は全段階において
 $p < 0.01$ で有意差を示す。

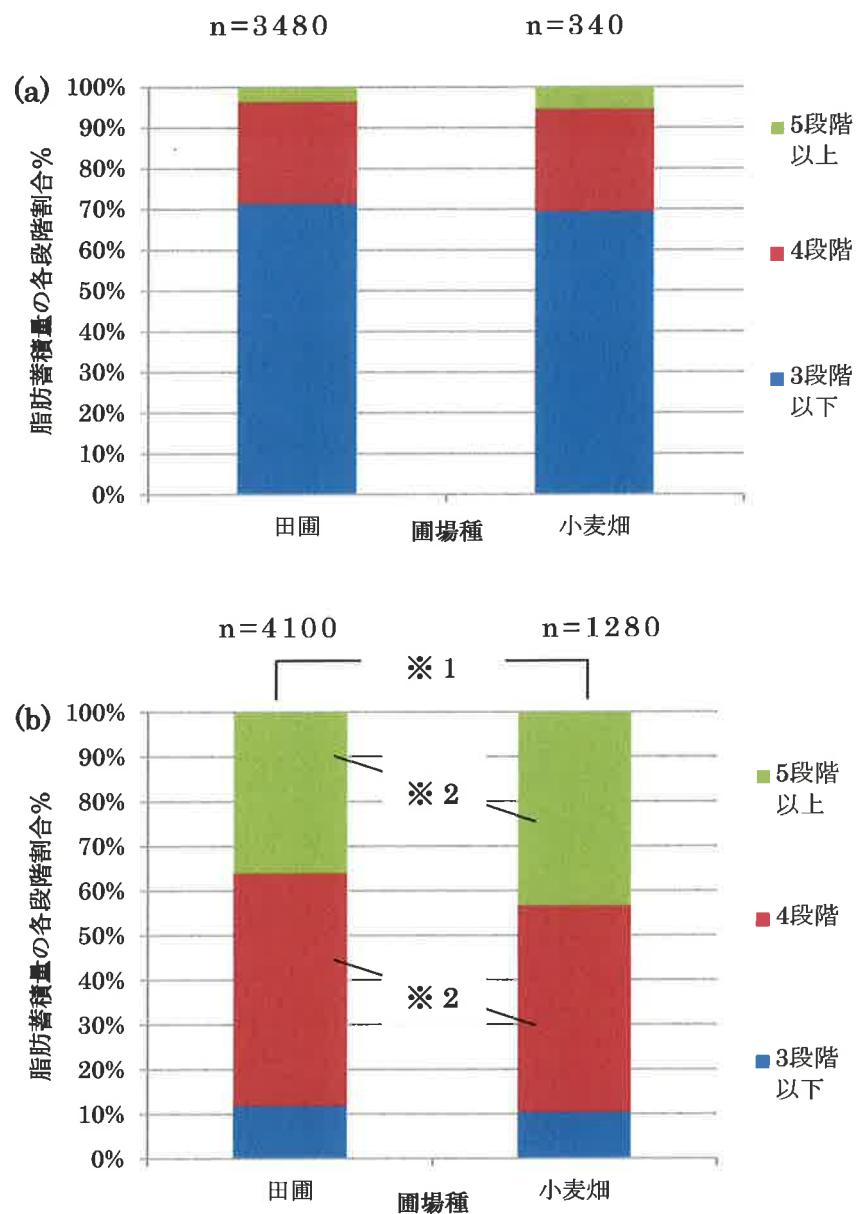


図 11. 春季における時期毎の圃場種毎の脂肪蓄積量

(a) 飛来前期（融雪期） $(\chi^2 = 2.143, df = 2, n.s.)$ 、(b) 飛来後期（食害期） $(\chi^2 = 2.143, df = 2, p < 0.001)$ 、※2: 残差分析の結果は4段階以上は $p < 0.01$ で有意差を示し、3段階以下は n.s.。

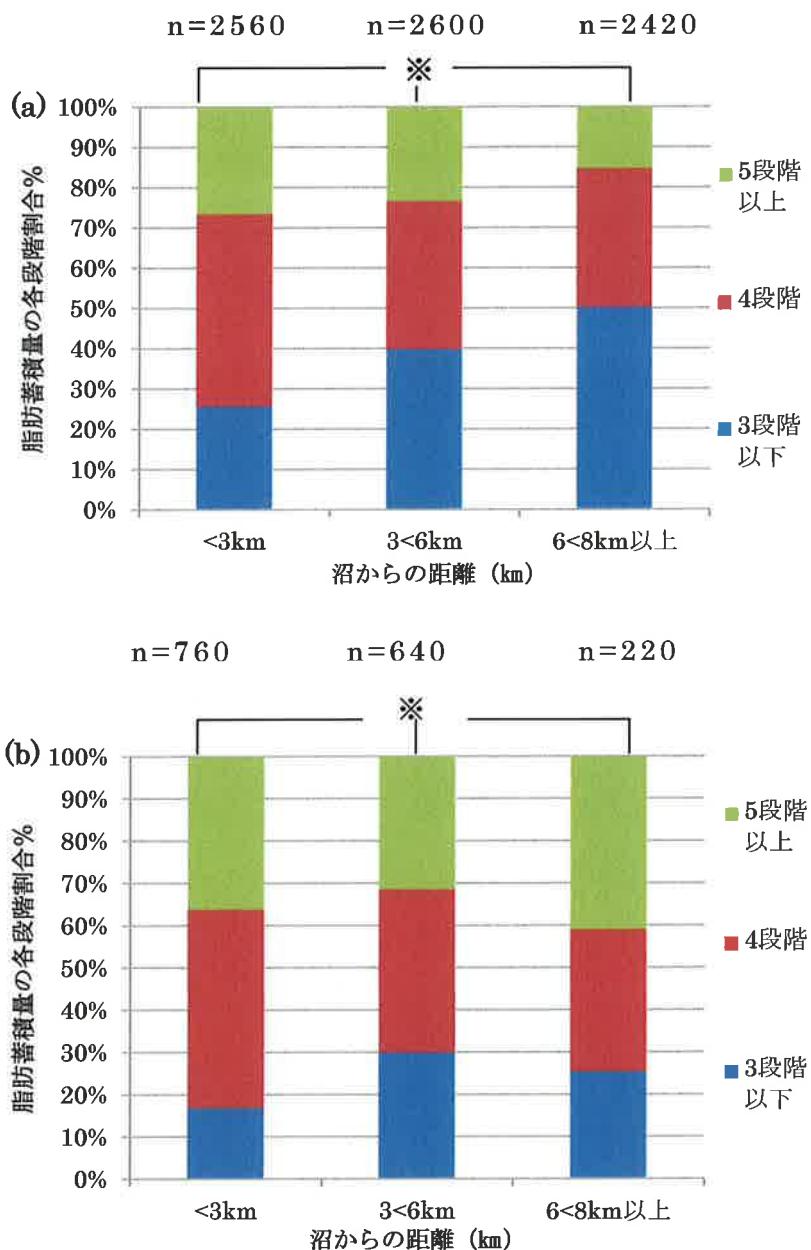


図 12. 春季における各圃場種の距離毎による脂肪蓄積量

(a) 田圃 ($\chi^2 = 337.189$ 、 $df = 4$ 、 $p < 0.001$ 、残差分析の結果は全段階において $p < 0.01$)、(b) 小麦畑 ($\chi^2 = 40.428$ 、 $df = 4$ 、 $p < 0.001$)、残差分析の結果は全段階において $p < 0.01$ でそれぞれ有意差を示す。

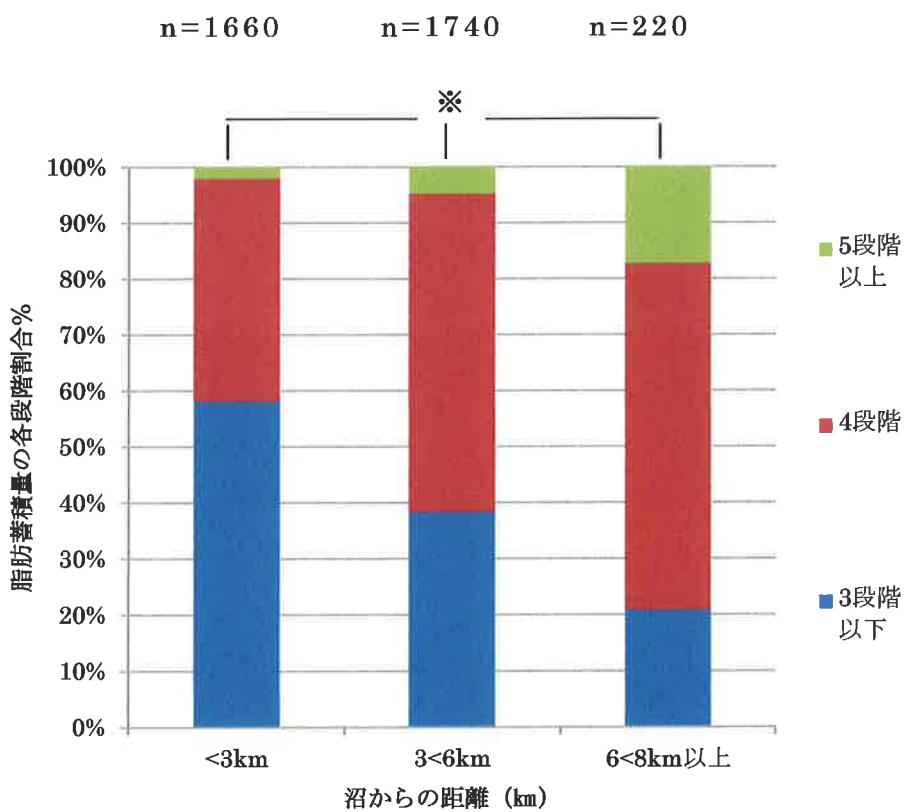


図 13. 秋季における距離毎の脂肪蓄積量各段階割合

※ $\chi^2 = 270.715$ 、 $df = 4$ 、 $p < 0.001$ 、残差分析の結果は全段階において
 $p < 0.01$ で有意差を示す。

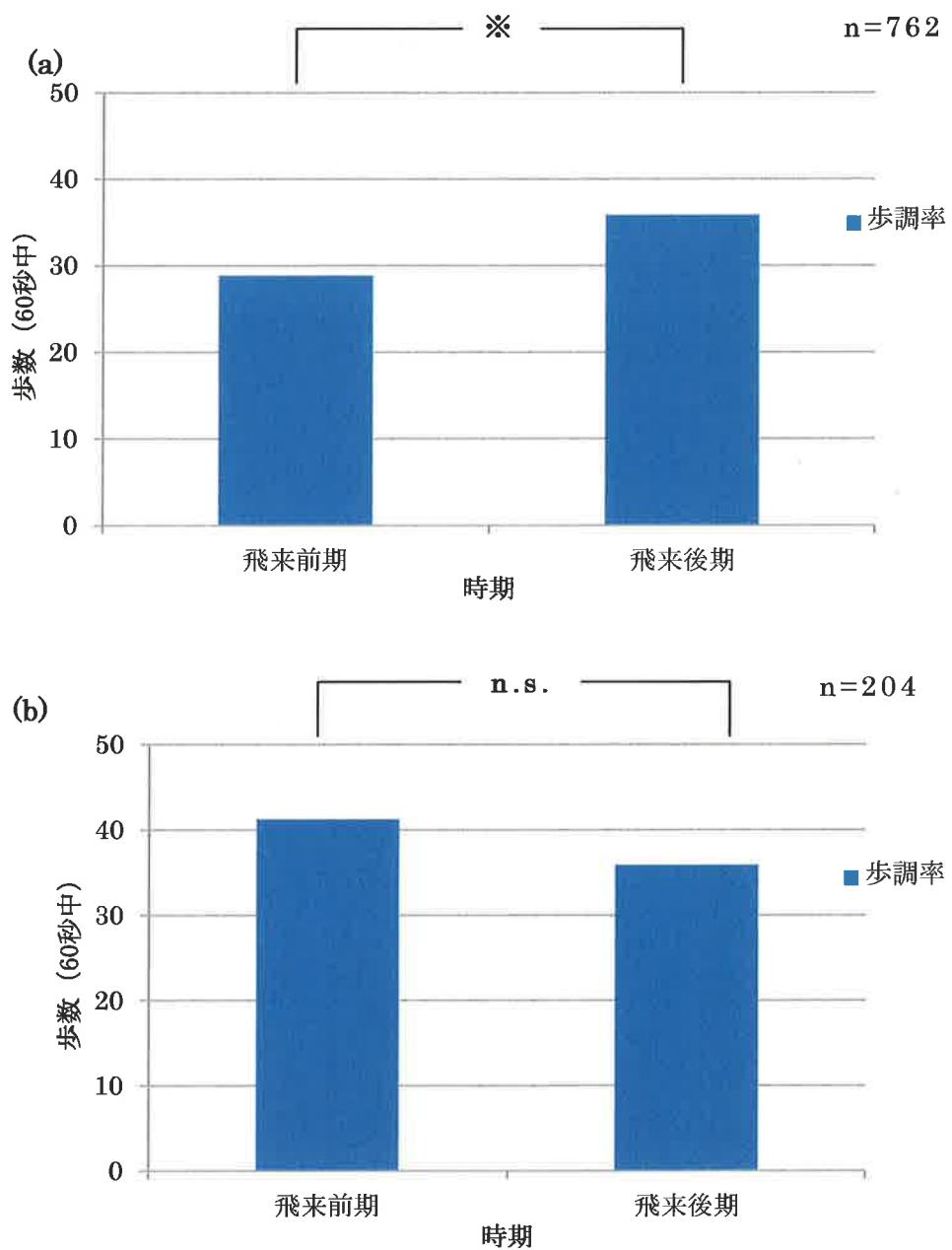


図 14. 時期毎の田圃と小麦畠における歩調率

(a) 田圃、 $F(1, 756) = 28.026$ 、※ $p < 0.05$ で有意差を示す。

(b) 小麦畠、 $F(1, 198) = 2.371$ 、n.s.。

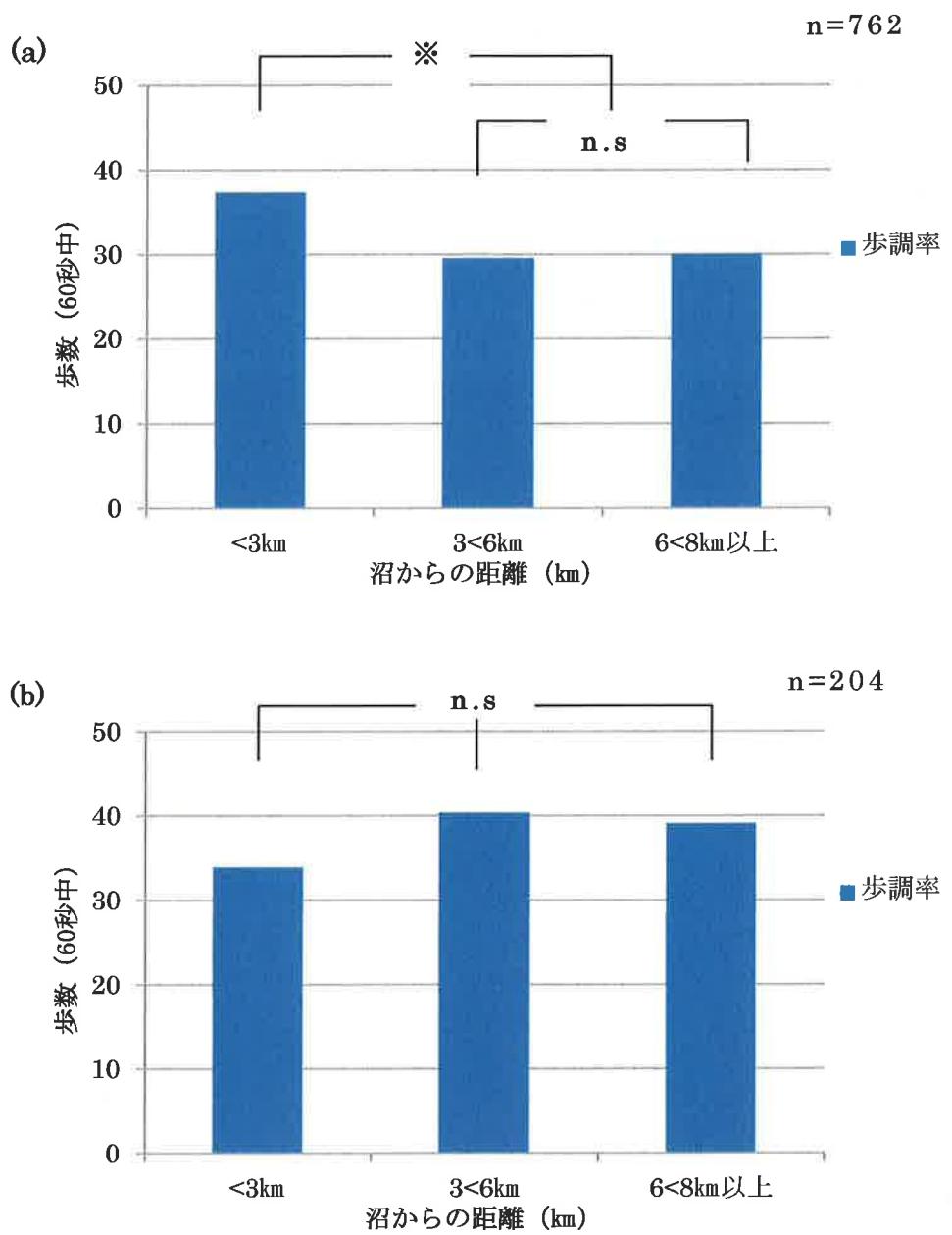


図 15. 距離毎の田圃と小麦畠における歩調率

(a) 田圃、 $F(2, 756) = 15.8286$ 、※: $p < 0.05$ で有意差を示す。

(b) 小麦畠、 $F(2, 198) = 2.682$ 、n.s.。

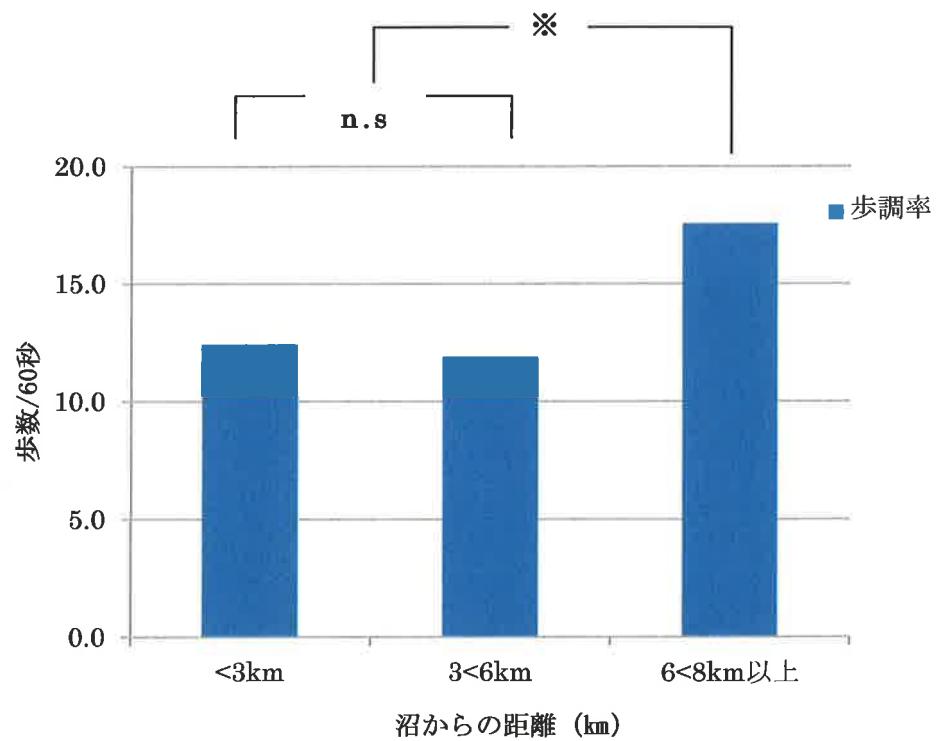


図 16. 秋季における距離毎の田圃の歩調率

$F(2, 474) = 4.341$ 、※ $p < 0.05$ で有意差を示す。

表 1. 春季：脂肪蓄積量による採食地利用

(a) 時期毎、(b) 園場種毎、(c) 距離毎

(a)		各脂肪蓄積量			
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計
時期	飛来前期(融雪期)	度数	2662	960	198
		期待度数	1364.4	1531.3	924.3
		時期の%	69.7%	25.1%	5.2%
		調整済み残差	57.3	-24.7	-35.9
	飛來後期(食害期)	度数	624	2728	2028
		期待度数	1921.6	2156.7	1301.7
		時期の%	11.6%	50.7%	37.7%
		調整済み残差	-57.3	24.7	35.9
合計		度数	3286	3688	2226
		期待度数	3286.0	3688.0	2226.0
		時期の%	35.7%	40.1%	24.2%
					100.0%

(b)		各脂肪蓄積量			
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計
園場種	田圃	度数	2909	3011	1660
		期待度数	2707.4	3038.6	1834.0
		園場種の%	38.4%	39.7%	21.9%
		調整済み残差	11.5	-1.5	-11.1
	小麦	度数	377	677	566
		期待度数	578.6	649.4	392.0
		園場種の%	23.3%	41.8%	34.9%
		調整済み残差	-11.5	1.5	11.1
合計		度数	3286	3688	2226
		期待度数	3286.0	3688.0	2226.0
		園場種の%	35.7%	40.1%	24.2%
					100.0%

(c)		各脂肪蓄積量			
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計
距離	<3km	度数	787	1577	956
		期待度数	1185.8	1330.9	803.3
		距離の%	23.7%	47.5%	28.8%
		調整済み残差	-18.1	10.9	7.7
	3<6km	度数	1227	1204	809
		期待度数	1157.2	1298.8	783.9
		距離の%	37.9%	37.2%	25.0%
		調整済み残差	3.2	-4.2	1.3
	6<8km以上	度数	1272	907	461
		期待度数	942.9	1058.3	638.8
		距離の%	48.2%	34.4%	17.5%
		調整済み残差	15.8	-7.1	-9.6
合計		度数	3286	3688	2226
		期待度数	3286.0	3688.0	2226.0
		距離の%	35.7%	40.1%	24.2%
					100.0%

表 2. 春季:各時期における圃場種毎の脂肪蓄積量

(a):飛来前期(融雪期) (b):飛来後期(食害期)

(a)		各脂肪蓄積量				
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計	
圃場種	田圃	度数	2419	875	186	3480
		期待度数	2425.1	874.6	180.4	3480.0
		圃場種 の %	69.5%	25.1%	5.3%	100.0%
		調整済み残差	-8	.1	1.4	
	小麦	度数	243	85	12	340
		期待度数	236.9	85.4	17.6	340.0
		圃場種 の %	71.5%	25.0%	3.5%	100.0%
		調整済み残差	.8	-1	-1.4	
	合計	度数	2662	960	198	3820
		期待度数	2662.0	960.0	198.0	3820.0
		圃場種 の %	69.7%	25.1%	5.2%	100.0%

(b)		各脂肪蓄積量				
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計	
圃場種	田圃	度数	490	2136	1474	4100
		期待度数	475.5	2079.0	1545.5	4100.0
		圃場種 の %	12.0%	52.1%	36.0%	100.0%
		調整済み残差	1.4	3.7	-4.7	
	小麦	度数	134	592	554	1280
		期待度数	148.5	649.0	482.5	1280.0
		圃場種 の %	10.5%	46.3%	43.3%	100.0%
		調整済み残差	-1.4	-3.7	4.7	
	合計	度数	624	2728	2028	5380
		期待度数	624.0	2728.0	2028.0	5380.0
		圃場種 の %	11.6%	50.7%	37.7%	100.0%

表 3. 春季: 各圃場種における距離毎の脂肪蓄積量

(a) : 田圃 (b) : 小麦畑

(a)		各脂肪蓄積量			
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計
距離	<3km	度数	658	1221	681
		期待度数	982.5	1016.9	560.6
		距離の %	25.7%	47.7%	26.6%
		調整済み残差	-16.2	10.1	7.1
距離	3<6km	度数	1035	957	608
		期待度数	997.8	1032.8	569.4
		距離の %	39.8%	36.8%	23.4%
		調整済み残差	1.9	-3.7	2.3
距離	6<8km以上	度数	1216	833	371
		期待度数	928.7	961.3	530.0
		距離の %	50.2%	34.4%	15.3%
		調整済み残差	14.6	-6.5	-9.5
合計		度数	2909	3011	1660
		期待度数	2909.0	3011.0	1660.0
		距離の %	38.4%	39.7%	21.9%

(b)		各脂肪蓄積量			
		3段階以下	4段階	5段階以上	合計
距離	<3km	度数	129	356	275
		期待度数	176.9	317.6	265.5
		距離の %	17.0%	46.8%	36.2%
		調整済み残差	-5.6	3.9	1.0
距離	3<6km	度数	192	247	201
		期待度数	148.9	267.5	223.6
		距離の %	30.0%	38.6%	31.4%
		調整済み残差	5.2	-2.1	-2.4
距離	6<8km以上	度数	56	74	90
		期待度数	51.2	91.9	76.9
		距離の %	25.5%	33.6%	40.9%
		調整済み残差	.8	-2.6	2.0
合計		度数	377	677	566
		期待度数	377.0	677.0	566.0
		距離の %	23.3%	41.8%	34.9%

表 4. 秋季：距離毎の脂肪蓄積量

距離	<3km	度数	各脂肪蓄積量			合計
			3段階以下	4段階	5段階以上	
<3km	度数	966	661	33	1660	
	期待度数	770.8	819.0	70.2	1660.0	
	距離の%	58.2%	39.8%	2.0%	100.0%	
	調整済み残差	13.1	-10.5	-6.2		
3<6km	度数	669	989	82	1740	
	期待度数	808.0	858.5	73.5	1740.0	
	距離の%	38.4%	56.8%	4.7%	100.0%	
	調整済み残差	-9.3	8.7	1.4		
6<8km以上	度数	46	136	38	220	
	期待度数	102.2	108.5	9.3	220.0	
	距離の%	20.9%	61.8%	17.3%	100.0%	
	調整済み残差	-7.8	3.8	9.9		
合計	度数	1681	1786	153	3620	
	期待度数	1681.0	1786.0	153.0	3620.0	
	距離の%	46.4%	49.3%	4.2%	100.0%	

表 5. 歩調率の分散分析表

(a) 春季の田圃、(b) 春季の小麦畑、(c) 秋季の田圃

(a)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
時期	8446.399	1	8446.399	28.026	p<0.001
距離	9213.679	2	4606.839	15.286	p<0.001
誤差	227838.909	756	301.374		
全体	257243.171	761			

(b)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
時期	700.518	1	700.518	2.371	n.s
距離	1584.879	2	792.440	2.682	n.s
誤差	58505.166	198	295.481		
全体	67919.737	203			

(c)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
距離	1067.833	2	533.916	4.341	p<0.05
誤差	58299.847	474	122.995		
全体	59367.680	476			

表 6. 春季：田圃に分布するマガソの歩調率の多重比較

(a) 時期毎 (b) 沿からの距離

(a)

(I) 時期	(J) 時期	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 平均差信頼区間	
					下限	上限
前期	後期	-6.993	1.321	p<0.05	-9.586	-4.400
後期	前期	6.993	1.321	p<0.05	4.400	9.586

(b)

(I) 距離	(J) 距離	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 平均差信頼区間	
					下限	上限
<3km	3<6km	7.809	1.679	p<0.05	3.781	11.837
	6<8km以上	7.308	1.516	p<0.05	3.670	10.946
3<6km	<3km	-7.809	1.679	p<0.05	-11.837	-3.781
	6<8km以上	-5.01	1.653	n.s	-4.468	3.466
6<8km以上	<3km	-7.308	1.516	p<0.05	-10.946	-3.670
	3<6km	.501	1.653	n.s	-3.466	4.468

表 7. 秋季：田圃に分布するマガソの歩調率の多重比較

(I) 距離	(J) 距離	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
<3km	3<6km	.52	1.061	n.s	-2.03	3.07
	6<8km以上	-5.17	1.958	p<0.05	-9.88	-47
3<6km	<3km	-.52	1.061	n.s	-3.07	2.03
	6<8km以上	-5.69	1.940	p<0.05	-10.35	-1.03
6<8km以上	<3km	5.17	1.958	p<0.05	.47	9.88
	3<6km	5.69	1.940	p<0.05	1.03	10.35