

箱根地方におけるシジュウカラとヤマガラの繁殖生態の比較

矢作英三

日本鳥類保護連盟調査室. 〒160 東京都新宿区新宿2-5-5

はじめに

シジュウカラ *Parus major* とヤマガラ *P. varius* は、同じ属に分類される近縁な種である。日本のシジュウカラの生態については Saitou (1978, 1979a, 1979b, 1979c), 由井 (1988) により、ヤマガラの生態については樋口 (1975, 1976, 1980), Higuchi (1976, 1977), 荒木田 (1995) により報告されている。

一般に近縁な種は競争排除を通じて形成された生態隔離によって、同じ地域に共存できると考えられている (Lack 1971, 樋口 1978)。したがって、同じ地域に生息する 2 種の生態を比較研究することは、近縁な 2 種が同じ地域に共存する具体的な仕組みを解明するという点で非常に興味深い。また、これらの鳥類の生態は同じ種でも地域によって異なることがあるので (樋口 1975, Higuchi 1976), 2 種の生態をより正確に比較するためには、両種が同時に生息する地域で調査を行なうことが必要である。

同じ地域におけるこれら 2 種の生態については、Eguchi (1979, 1985) の育雛を中心とした比較研究、シジュウカラ類の群集構造の解析を中心とした中村 (1967, 1970, 1975), Ogasawara (1965), 小笠原 (1970, 1975) などの研究がある。繁殖生態や採食生態、社会構造、形態などは相互に関連しあっていると考えられるので、各地の調査結果をふまえた総合的な比較検討がなされるべきであろう。

筆者は、1974 ~ 1988 年に神奈川県箱根地方において、これら 2 種の生態の比較のための調査を行なった。本稿では、それらの結果のうち繁殖生態、特に産卵時期、一腹卵数および巣立ち率について報告する。

なお、本調査を実施するにあたって、さまざまな便宜をはかっていただいた箱根樹木園の職員の方々に、厚くお礼を申し上げる。

調査地および調査方法

調査は神奈川県足柄下郡箱根町の箱根樹木園 (以下樹木園という) で行なった。樹木園は箱根火山中央火口丘の西側山麓に位置し、標高は約 725 ~ 760 m, 面積は約 12 ha で、お

1996年1月8日 受理

キ - ワ - ド : 一腹卵数, 産卵時期, シジュウカラ, 繁殖生態, ヤマガラ

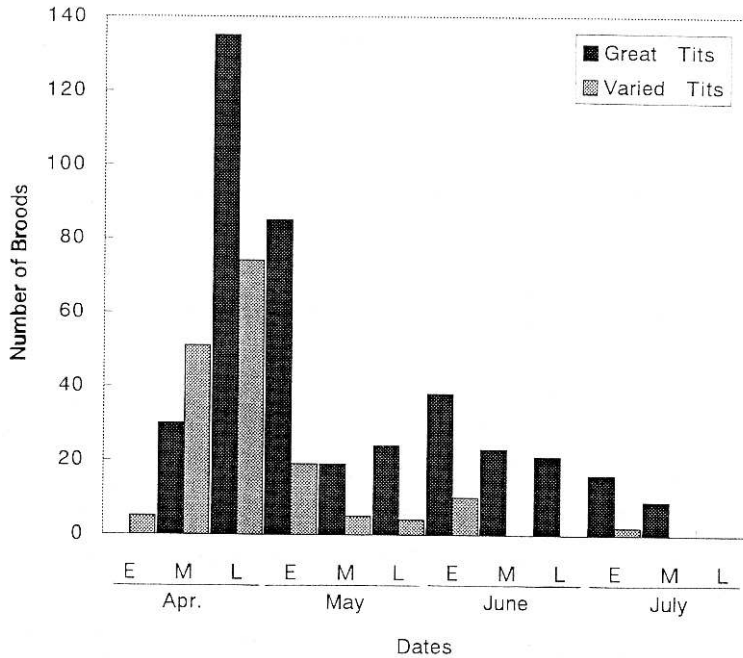


図 1. シジュウカラとヤマガラの初卵日の季節分布. やり直し繁殖は除いている.

Fig. 1. Seasonal distribution of the date of the first egg laying in Great and Varied Tits. Repeat broods are excluded.

もに落葉広葉樹の高木林で構成されている。樹木園内には約 50 個のシジュウカラ類用の巣箱を架設し、1974 ~ 1980 年には樹木園外の隣接した樹林にも 3 ~ 15 個の巣箱を架設した。調査結果はこの樹木園外の結果も含んだものである。また、シジュウカラ、ヤマガラとも個体識別のため色足環を装着した。なお、調査地と調査方法の詳細については、矢作（1992, 1993）を参照されたい。

調査地における 2 種の繁殖生態については、田中ほか（1978）により 1977 年までの調査結果が報告されているが、本稿ではその調査結果も併せて解析を行なった。相関関係を検定する方法としては、Spearman の順位相関係数もちいた。

結果および考察

1. 産卵時期

シジュウカラとヤマガラは調査地では通常 4 月に造巣を開始し、続いて産卵を開始した。調査期間をとおして、シジュウカラの最も早い初卵日は 4 月 13 日、最も遅い初卵日は 7 月 18 日であった。ヤマガラの最も早い初卵日は 4 月 6 日、最も遅い初卵日は 7 月 9 日であった。やりなおし繁殖と判明した繁殖例を除くと、シジュウカラの初卵日の最頻期間は 4 月下旬で、5 月上旬がそれにつぎ、ヤマガラの初卵日の最頻期間は 4 月下旬で、4 月中旬がそれについだ（図 1）。また、2 種とも 6 月上旬ころに初卵日の小さなピークがあった。2 種の初

卵日の季節的な分布には有意な違いがあった ($\chi^2 = 128.10, P < 0.01$).

Higuchi (1976) は、南伊豆と三宅島におけるヤマガラの繁殖期を、初卵日の分布状況から 5月 10 日以前に初卵が産みこまれた繁殖例を前期繁殖、それ以後の繁殖例を後期繁殖と区別し、荒木田 (1995) も愛知県瀬戸市東方の猿投山におけるヤマガラの繁殖期を、5月 10 日を境に前期繁殖と後期繁殖に区別している。本稿でも同様に、初卵日の分布状況から、前期繁殖と後期繁殖に区別した。ただし、調査地における初卵日の分布は Higuchi (1976)、荒木田 (1995) とは少し異なっているように思われたので、個体識別されたつがいの初卵日の分布にしたがって前期繁殖と後期繁殖を区分した。初卵日の分布の算出にあたっては、一夫二妻のつがいの繁殖例は 2 例とし、1 回目繁殖を終了したのち片方の個体だけが別の個体と 2 回目繁殖を行なった場合は 2 回目繁殖例とした。シジュウカラでは、のべ 157 つがいが調査地で 1 回目繁殖の産卵を行ない、このうち 149 つがいが 5月 26 日までに初卵を産卵した。残りの 8 つがいは 6月 2 日 ~ 7月 16 日に初卵を産卵したが、このうち少なくとも 3 つがいは明らかに通常は調査地の外で生活しているつがいで、実際には調査地の外部で 1 回目繁殖を行ない、調査地内で 2 回目あるいはやり直し繁殖を行なった可能性が高いと思われた。そのほかの 5 つがいは、調査地とその外部にかけて生活していたので、実際には調査地の外で 1 回目繁殖を行ない、調査地で 2 回目またはやり直し繁殖を行なった可能性があった。さらに、これら 8 つがいの 6月上旬以降の繁殖例が 1 回目繁殖であったと仮定しても、1 回目繁殖を行なった総つがい数に占める割合は 5.1% ($N = 157$) にすぎず、総つがい数のうち 94.9% を占める残りのつがいは、5月下旬までに 1 回目繁殖の初卵を産卵したことになる。したがって、以下本稿では 5月下旬までの、やり直し繁殖判明分を除いた初卵の産卵例を 1 回目繁殖と定義した。また、1 回目繁殖を行なった 149 つがいのうち、90 つがいは巣立ちに成功し、さらにそのうち 28 つがいが 2 回目繁殖を行なった。2 回目繁殖の初卵日は 6月 1 日 ~ 7月 11 日であった。したがって、1 回目繁殖の時期と 2 回目繁殖の時期と対応させ、やり直し繁殖を含め、5月下旬までに初卵が産みこまれた繁殖例を前期繁殖、6月上旬以降に初卵が産みこまれた繁殖例を後期繁殖とした。

一方ヤマガラでは、個体識別されたのべ 88 つがいが調査地で 1 回目繁殖の産卵を行ない、その初卵日は 4月 6 日 ~ 5月 15 日であった。巣立ちに成功したのは 53 つがいで、このうち 8 つがいが 2 回目繁殖を行ない、その初卵日は 5月 24 日 ~ 7月 9 日であった。したがって、以下本稿では 5月中旬までの、やり直し繁殖判明分を除いた初卵の産卵例を 1 回目繁殖と定義し、1 回目繁殖と 2 回目繁殖の時期を対応させ、やり直し繁殖を含めて 5月中旬までに初卵が産みこまれた繁殖例を前期繁殖、5月下旬以降に初卵が産みこまれた繁殖例を後期繁殖とした。

これらの個体識別されたつがいについて、1 回目繁殖を行なったつがい数に対する巣立ちに至ったつがい数の割合は、シジュウカラが 60.4% ($N = 149$)、ヤマガラが 60.2% ($N = 88$) で有意な違いはなかった ($\chi^2 = 0.001, P > 0.05$)。一方、1 回目繁殖で巣立ちに至ったつがい数に対する 2 回目繁殖を行なったつがい数の割合は、シジュウカラが 31.1% ($N = 90$)、

表 1. 冬期～春期の気温と1回目繁殖の平均初卵日の相関関係(1974～1988年)

Table 1. Correlations between temperature of late winter and early spring and the mean dates of the first laying in the first broods, in Hakone, Kanagawa (1974-1988).

Type of temperature	Period	Laying date in Great Tits			Date in Varied Tits
		M.Apr. to E.May	M.Apr. to M.May	M.Apr. to L.May	E.Apr. to M.May
Mean of average temperature	Jan. to Mar.				
	Feb. to Apr.	-	-		
	Feb. to Mar.				
	Mar. to Apr.	-	-		-
Average minimum temperature	Feb.				
	Mar.				+
	Apr.	+	+	+	
	Apr.				
Average Maximum temperature	Feb.				
	Mar.				
	Apr.				

: $P < 0.05$, : $P < 0.01$, +: positive correlation, -: negative correlation

ヤマガラが15.1% (N = 53) で、シジュウカラの方が有意に大きかった ($\chi^2 = 4.307$, $P < 0.05$)。また、1回目繁殖に失敗したつがいの数に対するやり直し繁殖を行なったつがいの数の割合も、シジュウカラが44.1% (N = 59), ヤマガラが20.0% (N = 35) で、シジュウカラの方が有意に大きかった ($\chi^2 = 5.586$, $P < 0.05$)。すなわちシジュウカラはヤマガラよりも、1回目繁殖に成功した場合、失敗した場合とも、つづいて次の繁殖を行なうつがいの割合が高かった。

これら2種の1回目繁殖の産卵日の分布を、各年の最も早い初卵日および平均初卵日の2つの方法で比較した。各年の最も早い初卵日を比較すると、ヤマガラがシジュウカラより早い年が13回で、その差は1～17日であった。また、シジュウカラがヤマガラより早い年が2回で、その差はいずれも1日であった。平均初卵日はすべての年でヤマガラの方が早く、その差は3.5～16.4日であった。

初卵日を決定する至近要因として、冬期～春期の気温との関係を検討した。気温は、箱根町(1975-1989)による仙石原の観測データをもちいた。同所は調査地と同じ箱根火山のカルデラ内に設けられ、標高は645 mで調査地の北北東約4.5 kmに位置している。検討結果は表1, 2のとおりで、ヤマガラの1回目繁殖の平均初卵日は3～4月の平均気温 ($r = -0.511$, $P < 0.05$), 3月の平均気温 ($r = -0.584$, $P < 0.05$) および3月の最低気温と ($r = -0.654$, $P < 0.01$) 有意な相関関係があった(表1)。一方、シジュウカラの1回目繁殖の平均初卵日は、4月の平均気温 ($r = -0.489$, $P < 0.05$) および4月の最低気温 ($r = -0.531$, $P < 0.05$) と有意な相関関係があった(表1)。このようにヤマガラの平均初卵日は3月の、シジュウカラのそれは4月の気温と相関があり、ヤマガラの平均初卵日の方がより以前の気温と関係していた。

シジュウカラの1回目繁殖における平均初卵日と気温の関係をもう少し詳しくみると、5月10日までに初卵を産卵したつがいの平均初卵日は2～4月の平均気温 ($r = -0.515$, $P < 0.05$), 3～4月の平均気温 ($r = -0.575$, $P < 0.05$), 3月の平均気温 ($r = -0.462$, $P < 0.05$), 4月

表 2. 冬期～春期の気温と各年の 1 回目繁殖の最も早い初卵日の相関関係 (1974～1988年)
 Table 2. Correlations between temperature of late winter and early spring and the dates of earliest of the first laying of each year in the early broods, in Hakone, Kanagawa (1974-19

Type of temperature	Period	Great Tits	Varied Tits
Mean of average temprature	Jan. to Mar.		
	Feb. to Apr.	-	
	Feb. to Mar.		-
	Mar. to Apr.	-	
	Feb. Mar. Apr.	- - -	-
Average minimam temprature	Feb. Mar. Apr.		+
	Apr.	+	
	Feb. Mar. Apr.	- 	-

: P < 0.05, : P < 0.01, +: positive corelation, -: negative corelation

の平均気温 ($r = -0.543, P < 0.05$) および 4月の最低気温 ($r = -0.456, P < 0.05$) と有意な相関関係があった (表 1)。また 5月 20日までに初卵を産卵したつがいの平均初卵日は、2～4月の平均気温 ($r = -0.446, P < 0.05$)、3～4月の平均気温 ($r = -0.554, P < 0.05$)、4月の平均気温 ($r = -0.596, P < 0.05$) および 4月の最低気温 ($r = -0.512, P < 0.05$) とそれぞれ有意な相関関係があった (表 1)。このようにシジュウカラの 1回目繁殖における初卵日は、冬期～早春期の気温と相関関係があるが、1回目繁殖の中でも初卵日の期間を早くとって計算すると、より早い月の気温と相関関係を持つようになる。この傾向は、すべてのシジュウカラのつがいの初卵日が一律にある月の気温の影響を受けて決定しているのではなく、早く産卵するつがいは、より早い時期の気温に影響を受けて、産卵を開始している可能性を示唆している。またヤマガラについても、各年の最も早い初卵日は 2～3月の平均気温と有意な相関があった ($r = -0.604, P < 0.05$; 表 2)、1回目繁殖の平均初卵日は 3～4月の平均気温と有意な相関関係があった ($r = -0.511, P < 0.05$; 表 1)。この傾向も、ヤマガラのつがいが一律にある月の気温に影響されて産卵を開始するのではなく、より早く産卵を開始するつがいは、より早い月の気温の影響を受けている可能性を示唆している。

シジュウカラよりヤマガラの方が、早い月の気温と平均初卵日に有意な相関関係があったのは、ヤマガラの方が繁殖開始時期が早いためと思われる。なお、ヤマガラの方が繁殖開始時期が早いのは、シジュウカラは冬期にはつがい関係を解消して群れを形成するが (Saitou 1978)、ヤマガラは基本的には繁殖期と同じつがい単位で生活し (樋口 1976)、この違いは調査地でも同様であるため (矢作ほか 1978)、繁殖期に新たにつがいを形成する必要がないヤマガラは、シジュウカラより早く繁殖を開始することができるためと思われる (矢作 1994)。

2. 一腹卵数

シジュウカラの一腹卵数は 3～13卵、ヤマガラは 3～9卵であった。前期繁殖と後期繁殖を比較すると、シジュウカラの前期繁殖における一腹卵数の平均 \pm SD は 8.88 ± 1.35 卵

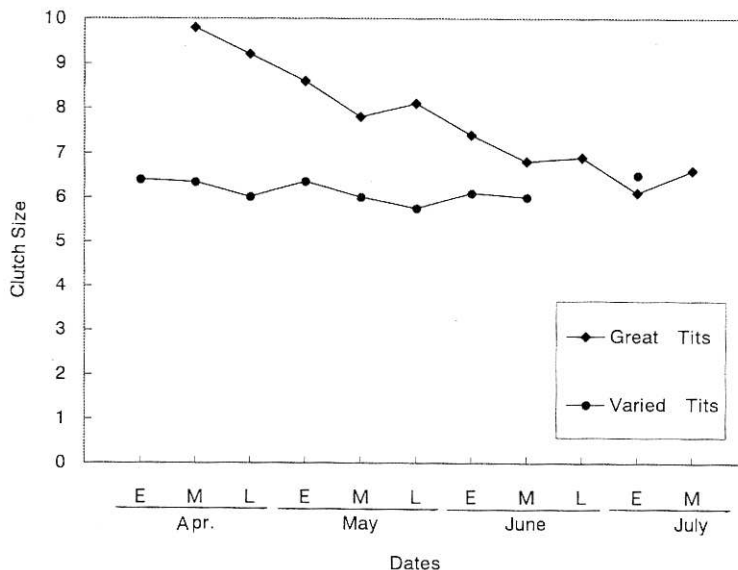


図2. シジュウカラとヤマガラの一腹卵数の季節変動

Fig. 2. Seasonal fluctuation of the mean clutch size in Great and Varied Tit.

($N = 275$), 後期繁殖における一腹卵数は 6.92 ± 1.34 卵 ($N = 109$) で, 前期繁殖のほうが有意に多かった (Mann-Whitney $U = 4508.5$, $Z = 10.686$, $P < 0.01$). 同様にヤマガラの前期繁殖における一腹卵数は 6.18 ± 0.94 卵 ($N = 153$), 後期繁殖における一腹卵数は 6.00 ± 0.90 卵 ($N = 22$) であったが, 有意な差はなかった ($U = 1505.5$, $Z = 0.799$, $P > 0.05$). また, シジュウカラとヤマガラの一腹卵数を比較すると, 前期繁殖 ($U = 2417$, $Z = 15.182$, $P < 0.01$), 後期繁殖 ($U = 681.5$, $Z = 3.186$, $P < 0.01$) ともシジュウカラのほうが有意に多かった. なお, シジュウカラの一腹卵数の平均値は, 前期繁殖, 後期繁殖をとおして, 産卵時期が遅くなるほど少なくなる傾向があったが, ヤマガラにはそのような傾向はなかった (図2).

各年の1回目繁殖におけるシジュウカラの一腹卵数の平均値とヤマガラのそのあいだには, 有意な相関関係はなかった ($r = 0.003$, $P > 0.05$). これらの一腹卵数を決める要因として, 繁殖つがい数および春期の気温との関係を検討した.

樹木園内に架設した巣箱だけを対象に, 1回目繁殖における繁殖つがい数と一腹卵数の関係を調べると, シジュウカラは $r = -0.292$ ($P > 0.05$), ヤマガラは $r = -0.188$ ($P > 0.05$) といずれも負の相関を示したが, 有意な相関関係ではなかった. ただし, シジュウカラの5月10日までに初卵を産みこんだつがい数とその一腹卵数の平均値のあいだには, 1980年を除くと有意な負の相関関係があった ($r = -0.592$, $P < 0.05$). 1980年を除いた理由は, この年は極端にシジュウカラの産卵時期が遅く, 半数のつがいが5月11日以降に産卵を開始したからである. したがって, 比較的早い時期に産卵を開始するシジュウカラのつがいの一腹卵数は, 繁殖つがい数に影響されている可能性がある.

3月あるいは4月の平均気温と1回目繁殖の一腹卵数の平均値の関係は, シジュウカラで

は一腹卵数の平均値と3月の平均気温のあいだには有意な相関関係はなかったが ($r = 0.181$, $P > 0.05$), 4月の平均気温とのあいだには有意な正の相関関係があった ($r = 0.489$, $P < 0.05$). 一方, ヤマガラの一腹卵数の平均値は, 3月の平均気温とも ($r = -0.303$, $P > 0.05$), 4月の平均気温とも ($r = -0.116$, $P > 0.05$) 有意な相関関係はなかった. これらのことから, シジユウカラは1回目繁殖では4月の気温が高いと一腹卵数が増える傾向があり, ヤマガラでは3~4月の平均気温が一腹卵数に与える影響は少ないと推定される.

3. 抱卵日数

Higuchi (1976) と同様に, 最終卵の産卵日から最初のヒナがふ化する期間を抱卵日数と定義した. シジユウカラの抱卵日数は, 前期繁殖, 後期繁殖とも11~18日であった. ただし抱卵日数の平均値 \pm SD は, 前期繁殖で 14.5 ± 1.7 日 ($N = 154$), 後期繁殖で 13.0 ± 1.6 日 ($N = 59$) であり, 両者のあいだには有意な差があった (Mann-Whitney $U = 2418$, $Z = 5.279$, $P < 0.01$). 一方, ヤマガラの抱卵日数は, 前期繁殖では12~19日, 後期繁殖では12~15日であった. 抱卵日数の平均値 \pm SD は, 前期繁殖では 14.5 ± 1.6 日 ($N = 65$), 後期繁殖では 13.8 ± 0.8 日 ($N = 9$) であったが, 有意な差はなかった ($U = 210$, $Z = 1.364$, $P > 0.05$). この2種のあいだの抱卵日数を比較すると, 前期繁殖 ($U = 4870$, $Z = 0.315$, $P > 0.05$), 後期繁殖 ($U = 167.5$, $Z = 1.774$, $P > 0.05$) とも有意な差はなかった.

以上の結果から, シジユウカラの後期繁殖の抱卵日数が前期繁殖の抱卵日数より有意に短く, ヤマガラはそうでないことは, シジユウカラの後期繁殖の一腹卵数が前期繁殖よりも少なく, ヤマガラはそうでないことに起因すると考えられる. しかし, 一腹卵数と抱卵日数の関係は, シジユウカラでは, 前期繁殖では有意な相関関係はなく ($r = 0.000$, $P > 0.05$), 後期繁殖では有意な負の相関関係があった ($r = -0.893$, $P < 0.05$). 一方ヤマガラでは, 前期繁殖 ($r = -0.614$, $P > 0.05$), 後期繁殖 ($r = 0.500$, $P > 0.05$) とも有意な関係はなかった. したがって, これら2種の抱卵日数は, 一腹卵数以外の要因によって決まっている可能性もある.

4. 育雛日数

Higuchi (1976) と同様に, 最初のヒナのふ化日から最初のヒナの巣立ち日を育雛日数と定義した. シジユウカラの育雛日数は, 前期繁殖では16~22日, 後期繁殖では15~21日であった. 育雛日数の平均値 \pm SD は前期繁殖が 19.6 ± 1.6 日 ($N = 55$), 後期繁殖が 18.4 ± 1.7 日 ($N = 18$) で, 前期繁殖のほうが有意に長かった (Mann-Whitney $U = 305.5$, $Z = 2.425$, $P < 0.05$). ヤマガラの育雛日数は, 前期繁殖では16~21日で, 平均値 \pm SD は 18.6 ± 1.4 日 ($N = 34$) であった. この値は, シジユウカラの前期繁殖と比較すると約1日短かった ($U = 602$, $Z = 2.812$, $P < 0.01$). なお, ヤマガラの後期繁殖における育雛日数は2例しか正確に確認できなかったが, それぞれ18日 (一巣雛数6羽) と19日 (一巣雛数5羽) であった.

一巣雛数と育雛日数の関係は, シジユウカラの前期繁殖では $r = 0.845$ ($P < 0.01$), 後期繁殖では $r = 0.152$ ($P > 0.05$) で, 前期繁殖ではヒナ数が多いほど育雛日数は有意に長かった.

表3. シジウカラとヤマガラの子化率 (1974~1988年)

Table 3. Hatching rates of Great and Varied Tits, in Hakone, Kanagawa (1974-1988).

	Great Tits		Varied Tits	
	Early broods	Late broods	Early broods	Late broods
Number of broods	229.0	87.0	114.0	18.0
No. of eggs laid	2041.0	598.0	711.0	106.0
No. of eggs hatched	1793.0	492.0	626.0	77.0
Hatching rates (%)	87.8	82.3	88.0	72.6

表4. シジウカラとヤマガラの巣立ち率 (1974~1988年)

Table 4. Fledge rates of Great and Varied Tits, in Hakone, Kanagawa (1974-1988).

	Great Tits		Varied Tits	
	Early broods	Late broods	Early broods	Late broods
Number of broods	177.0	77.0	94.0	11.0
No. of eggs laid	1549.0	532.0	617.0	65.0
No. of eggs hatched	1360.0	444.0	536.0	55.0
No. of young fledged	1295.0	422.0	515.0	52.0
Laid-fledged (%)	83.6	79.3	83.5	80.0
Hatched-fledged (%)	95.2	95.0	96.1	94.5

一方、ヤマガラの前期繁殖における一巣雛数と育雛日数の相関係数は $r = 0.014$ ($P > 0.05$) で、有意な関係はなかった。

5. 子化率

2種とも捕食者による被害のため、産卵～育雛期のあいだに放棄することが多かったため、子化率は産卵～抱卵期の途中で放棄した事例を除外して算出した。なお、調査地ではヘビ類、ハシブトガラス、キツツキ類、ネズミ類のほか、荒木田 (1995) と同様に、年によっては夜行性の哺乳類によると思われる被害が頻発した。

子化率は2種とも産卵時期が遅くなるほど、低くなる傾向があった (表3)。シジウカラの前期繁殖と後期繁殖の子化率のあいだには有意な差があり ($\chi^2 = 12.393, P < 0.01$)、ヤマガラにも有意な差があった ($\chi^2 = 18.198, P < 0.01$)。また、2種の前期繁殖における子化率のあいだには有意な差はなかったが ($\chi^2 = 0.018, P > 0.05$)、後期繁殖における子化率はシジウカラのほうが、有意に高かった ($\chi^2 = 5.386, P < 0.05$)。

一腹卵数と子化率の関係をみると、シジウカラでは一腹卵数が多くても子化率が低下することはなく、前期繁殖ではむしろ一腹卵数が7卵以下の場合に子化率が低い傾向があった ($\chi^2 = 15.334, P < 0.01$)。一方、ヤマガラの前期繁殖では一腹卵数が5~7卵の時には子化率が高く、4卵以下および8卵以上の時には子化率が低くなる傾向があった ($\chi^2 = 23.208, P < 0.01$)。

6. 巣立ち率

1) 子化個体数に対する巣立ち数

子化率の場合と同様に、捕食による被害があった巣は除外して算出した。まず、巣立ちしたヒナ数の子化したヒナ数に対する割合の前期繁殖および後期繁殖の平均値は、シジウ

カラ，ヤマガラともおおむね95%前後であった（表4）。この割合は，シジウカラの前期繁殖と後期繁殖のあいだでは有意な差はなく（ $\chi^2 = 0.023, P > 0.05$ ），ヤマガラの場合も有意な差はなかった（ $\chi^2 = 0.302, P > 0.05$ ）。また，2種のあいだには，前期繁殖（ $\chi^2 = 0.658, P > 0.05$ ），後期繁殖（ $\chi^2 = 0.026, P > 0.05$ ）とも有意な差はなかった。このふ化したヒナ数に対する巣立ちしたヒナ数の割合は，シジウカラの前期繁殖ではふ化ヒナ数が6羽の場合にやや小さかったものの，全体的にはふ化ヒナ数とのあいだに顕著な関係はなかった。また，後期繁殖では，ふ化ヒナ数が8羽を超えると巣立ち数の割合が低下する傾向がうかがえたが，有意な差ではなかった（ $\chi^2 = 2.653, P > 0.05$ ）。ヤマガラでは前期繁殖，後期繁殖ともふ化ヒナ数と巣立ちしたヒナ数の割合のあいだには顕著な関係はみいだせなかった。

2) 産卵数に対する巣立ち数

産卵数に対する巣立ちしたヒナ数の割合（巣立ち率）を算出した。ここでは，巣立ちに成功した繁殖例だけを対象としたので，ふ化率に1) で求めた巣立ちヒナ数の割合を乗じた値とは異なっている。前期繁殖と後期繁殖における巣立ち率は表4のとおりで，シジウカラ，ヤマガラとも前期繁殖のほうが後期繁殖より巣立ち率は高かった。ただし，シジウカラの前期繁殖と後期繁殖のあいだには有意な差があったが（ $\chi^2 = 5.021, P < 0.05$ ），ヤマガラとのあいだには有意な差はなかった（ $\chi^2 = 0.622, P > 0.05$ ）。また，2種を比較すると前期繁殖の巣立ち率のあいだには有意な違いはなく（ $\chi^2 = 0.006, P > 0.05$ ），後期繁殖も有意な違いはなかった（ $\chi^2 = 0.016, P > 0.05$ ）。

シジウカラの2回目繁殖をするつがいの割合がヤマガラより大きいことは，シジウカラがヤマガラより2回目繁殖で得る利益が大きいという仮説を立てると，シジウカラの後期繁殖の巣立ち率はヤマガラより高くなると予測されるが，調査結果はそれを支持しなかった。したがって，今後2種の巣立ち後の生存率について比較検討を行なう必要がある。ただし，5で算出したふ化率に，1) で算出したふ化ヒナ数に対する巣立ちヒナ数の割合を乗じて試算してみると，後期繁殖におけるシジウカラの巣立ち率は78.2%，ヤマガラの巣立ち率は68.6%で，ヤマガラの巣立ち率はシジウカラのそれより小さかった。後期繁殖におけるヤマガラの巣立ち率（80.0%）と上記試算値（68.6%）の違いは，ふ化率が小さい巢で，偶然に捕食の被害による放棄が多数生じたことに起因している可能性がある。以上のことから，ヤマガラの後期繁殖における巣立ち率は，実際にはシジウカラより小さい可能性も完全に棄却できないと思われる。今後の詳細な調査が必要である。

一腹卵数と巣立ち率の関係は，シジウカラの前期繁殖では8～10卵が85.4%（ $N = 132$ ）であるのに対し，7卵以下が73.8%（ $N = 24$ ）で有意な違いがあった（ $\chi^2 = 13.097, P < 0.01$ ）。また11卵以上が79.5%（ $N = 20$ ）で，8～10卵と有意な違いがあった（ $\chi^2 = 5.168, P < 0.05$ ）。前期繁殖の一腹卵数の最頻値は9卵で，ついで8卵，10卵の順であり，前期繁殖の総度数のうち，8～10卵の度数は65.6%を占めていた。したがって，シジウカラの前期繁殖では，最頻値に近い一腹卵数を産みこむと巣立ち率が高く，繁殖効率がよいと推定された。ただし，後期繁殖では一腹卵数と巣立ち率のあいだには顕著な関係はなかった。一

方ヤマガラの前期繁殖では一腹卵数の最頻値は6卵で、7卵がそれにつき、総度数のうち6~7卵の度数は75.5%を占めていた。一腹卵数と巣立ち率の関係は、6~7卵が89.1% (N=77)で、5卵以下が82.0% (N=9)、8卵以上が72.7% (N=8)であり6~7卵と8卵以上のあいだには有意な差があった ($\chi^2 = 13.051, P < 0.01$)。したがって、8卵以上を産卵すると繁殖効率は低下すると推定された。後期繁殖では、顕著な関係はみられなかった。

要 約

1. 神奈川県箱根町の箱根樹木園で、1974~1988年のあいだ、巣箱を架設してシジュウカラとヤマガラの繁殖生態を調査した。
2. シジュウカラ、ヤマガラとも4月下旬を中心に初卵日のピークがあり、6月以降に2つ目の小さなピークがあった。1回目繁殖を行なったつがい数に対する2回目繁殖を行なったつがい数の割合は、シジュウカラのほうが高かった。
3. シジュウカラの1回目繁殖の平均初卵日は4月の平均気温および最低気温と相関関係があり、ヤマガラの平均初卵日は3月の平均気温および最低気温と相関関係があったが、すべての年でシジュウカラの1回目繁殖の平均初卵日は、ヤマガラよりも遅かった。
4. 前期繁殖、後期繁殖とも、シジュウカラの一腹卵数は、ヤマガラの一腹卵数より多かった。シジュウカラの一腹卵数には、産卵時期が遅いほど小さくなる傾向があったが、ヤマガラの一腹卵数には、そのような傾向はなかった。シジュウカラの一腹卵数は、つがい数が多いと小さくなると推定された。
5. シジュウカラの前期繁殖の平均一腹卵数は、4月の気温が高いほど大きかったが、ヤマガラではそのような傾向はみられなかった。
6. シジュウカラの抱卵日数とヤマガラの抱卵日数には、有意な違いはなかったが、育雛日数はシジュウカラのほうが長かった。
7. 後期繁殖では、シジュウカラのふ化率はヤマガラのふ化率より高かった。一方、2種のあいだで、ふ化ヒナ数に対する巣立ヒナ数の割合に大きな違いはなかった。
8. 巣立ち率には、前期繁殖、後期繁殖ともシジュウカラとヤマガラのあいだで有意な差はなかった。

引用文献

- 荒木田善隆. 1995. ヤマガラの巣箱設置による繁殖個体数増加と高密度下における繁殖生態. 日鳥学誌 44: 37-65.
- Eguchi, K. 1979. Food and food consumption of nestling tits, *Parus major minor* and *Parus varius varius*, in the ever-green broad leaved forest northern kyushu. J. Yamashina Inst. Ornithol. 11: 1-18.
- Eguchi, K. 1985. Food size, energy intake and nutrient intake of nestling tits, *Parus varius* and *Parus major*. J. Yamashina Inst. Ornithol. 17: 74-83.
- 箱根町. 1975. 昭和50年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1976. 昭和51年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.

- 箱根町. 1977. 昭和52年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1978. 昭和53年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1979. 昭和54年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1981. 昭和55年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1981. 昭和56年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1982. 昭和57年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1983. 昭和58年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1984. 昭和59年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1986. 昭和60年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1987. 昭和61年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1987. 昭和62年版統計書はこね. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1988. 統計はこね昭和63年版. 箱根町, 箱根.
- 箱根町. 1989. 統計はこね平成元年版. 箱根町, 箱根.
- 樋口広芳. 1975. 伊豆半島南部のヤマガラと伊豆諸島三宅島のヤマガラの採食習性に関する比較研究. 鳥 24: 97-98.
- Higuchi, H. 1976. Comparative study on the breeding of mainland and island subspecies of the Varied Tit, *Parus varius*. *Tori* 25: 11-20.
- 樋口広芳. 1976. ヤマガラの行動圏と番の相手. 鳥 25: 69-82.
- Higuchi, H. 1977. Stored nuts *Castanopsis cuspidata* as a food resource of nestling Varied Tits, *Parus varius*. *Tori* 26: 9-12.
- 樋口広芳. 1978. 鳥の生態と進化. 思索社, 東京.
- 樋口広芳. 1980. ヤマガラの生態と行動. 神奈川の野鳥. 日本野鳥の会神奈川県支部 (編). pp.126-146. 有隣堂, 神奈川.
- Lack, D. 1971. *Ecological Isolation in Birds*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- 中村登流. 1967. 日本におけるカラ類群集構造の研究 . 種構成, 個体数の季節変動および生態的分離. 山階鳥研報 5: 138-158.
- 中村登流. 1970. 日本におけるカラ類群集構造の研究 . 採食場所, 食物の季節的変動および生態的分離. 山階鳥研報6: 141-169.
- 中村登流. 1975. 日本におけるカラ類群集構造の研究 . カラ類の行動圏分布構造の比較. 山階鳥研報7: 603-636.
- Ogasawara, K. 1965. The analysis of the mixed flock of the family *Paridae* in the Botanical Garden of the Tohoku University, Sendai 1. Seasonal change of the flock formation. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser.*, 31: 167-180.
- 小笠原高. 1970. 東北大学植物園におけるシジュウカラ科鳥類の混合群の解析. 採餌垂直分布及び種間関係. 山階鳥研報 6: 170-178.
- 小笠原高. 1975. 東北大学植物園におけるシジュウカラ科鳥類の混合群の解析. 混合群形成各種の採餌習性と餌の奪いあい (Supplanting attacks). 山階鳥研報 7: 637-651.

- Saitou, T. 1978. Ecological study of social organization in the Great Tit, *Parus major* L. I. Basic structure of the winter flocks. Jap. J. Ecol. 28: 199-214.
- Saitou, T. 1979a. Ecological study of social organization in the Great Tit, *Parus major* L. II. Formation of the basic flocks. J. Yamashina Inst. Ornithol. 11: 137-148.
- Saitou, T. 1979b. Ecological study of social organization in the Great Tit, *Parus major* L. . Home range of the basic flocks and dominance relationship of the members in a basic flock . J. Yamashina Inst. Ornithol. 11:149-171.
- Saitou, T. 1979c. Ecological study of social organization in the Great Tit, *Parus major* L. IV. Pair formation and establishment of territory in the members of basic flocks. J. Yamashina Inst. Ornithol. 11: 172-188.
- 田中康久・矢作英三・幸丸政明・樋口広芳. 1978. 箱根地方におけるシジュウカラとヤマガラの産卵時期と一腹卵数. 昭和53年度日本鳥学会大会研究発表要旨.
- 矢作英三・田中康久・樋口広芳・幸丸政明. 1978. 箱根地方におけるシジュウカラとヤマガラの番関係と行動圏. 昭和53年度日本鳥学会大会研究発表要旨.
- 矢作英三. 1992. シジュウカラ類の巣箱での就峙について. Strix 11: 143-149.
- 矢作英三. 1993. 箱根地方におけるシジュウカラ類の巣箱の利用状況について. Strix 12: 193-199.
- 矢作英三. 1994. 巣箱を利用する鳥 - シジュウカラとヤマガラ -. 私たちの自然 (393): 9-16.
- 由井正敏. 1988. 森に棲む野鳥の生態学. 創文, 東京.

Comparative study on the breeding ecology of Great Tit *Parus major* and Varied Tit *P. varius* in Hakone district of Kanagawa Prefecture

Eizou Yahagi

Japanese Society for Preservation of Birds. 2-5-5, Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan

The comparative breeding ecology of Great and Varied Tits *Parus major* and *P. varius* was studied from 1974 to 1988 using about 50 nest boxes in Hakone Arboretum. This is a woodland of 12 ha, mainly consisting of mature broad-leaved deciduous trees, in Kanagawa Prefecture, central Japan.

A higher proportion of Great Tits laid second broods than Varied Tits. Broods in which first laying occurred before late May (Great Tits) or middle May (Varied Tit) are here called early broods.

The mean dates of first laying in early broods were correlated with the mean temperature and the mean of the lowest temperature in each day of April in Great Tit, and those of March in Varied Tit. In most years, Varied Tits laid earlier than Great Tits.

In both early and late broods, the mean clutch size of Great Tit was larger than that of Varied Tit. The clutch size of Great Tit tended to decrease through the laying season, but the size of Varied Tit seemed to be fixed. Annual means of clutch size in early broods were

significantly correlated with the number of pairs in Great Tit, but there was no significant correlation in Varied Tit. The mean clutch size of Great Tit in early broods was also correlated with the mean temperature in April, though it was not clear for Varied Tits.

There was no significant difference between the incubation periods of Great and Varied Tit, although the nestling period of the former was longer.

In late broods, the hatching rate of Great Tit was higher than that of the Varied Tit, but there was less difference between two species in early broods.

The laid-fledge rate for Great Tit was similar to Varied Tit in both early and late broods.

Key word: breeding ecology, clutch size, laying date, Parus major, Parus varius