

共同繁殖鳥ハイガシラゴウシュウマルハシ による子の性比調節

山口典之（立教大・理・生命理学）

子の性比調節

条件(母親の体調, 父親の質, LRC, LRE, ...)に応じて, 自分の適応度をより上げてくれる方の性に性比を偏らせて子を生産する現象.

一部の鳥類がこういう性比操作をやっているらしい

顕著な例：LRCとLREに応じた雌雄の産み分け

セイシェルヨシキリ

Bebrornis sechellensis

雌がヘルパーとなり、出生地にとどまり
親の繁殖を助ける

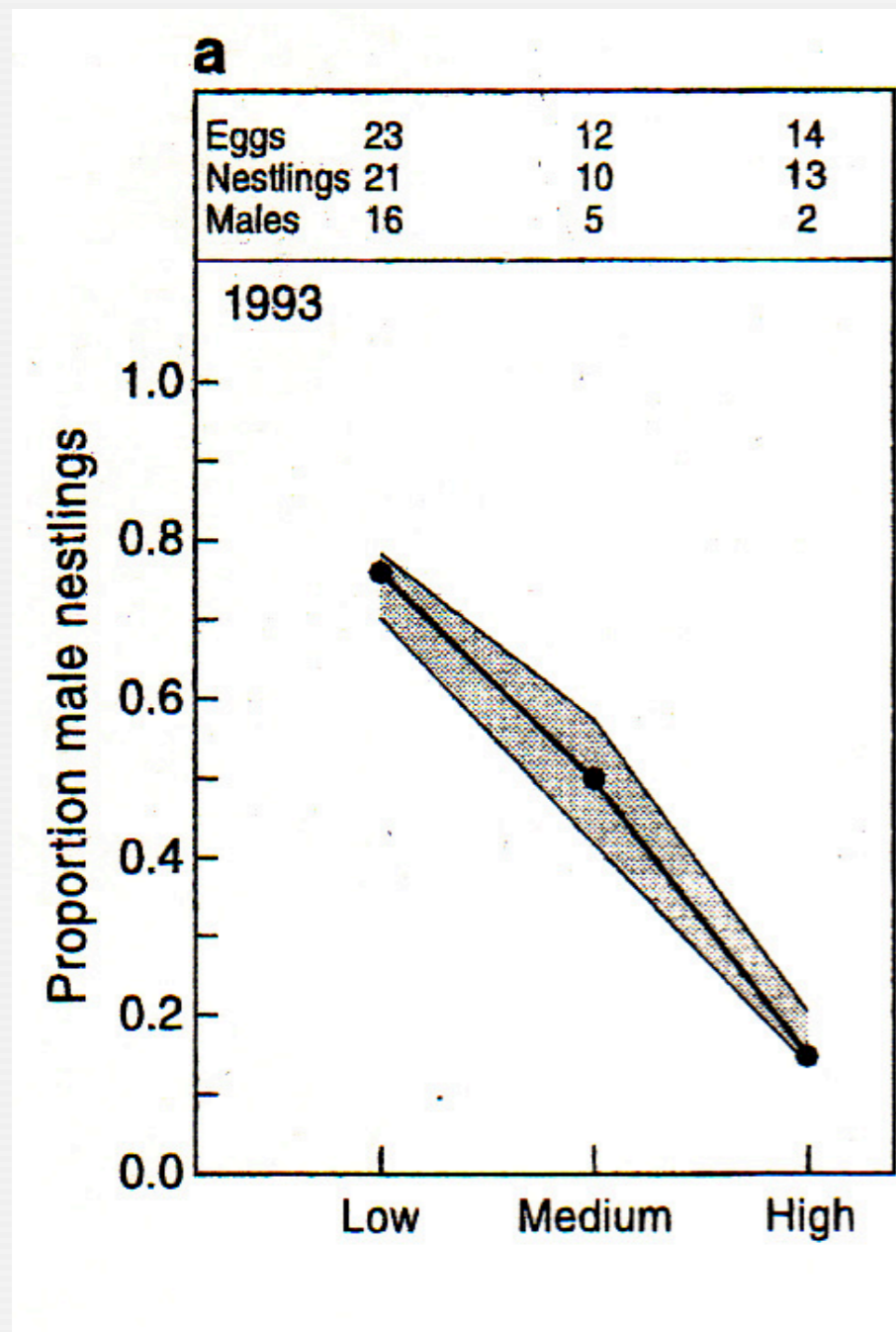
雄は出生地から分散していく

一回の繁殖で1卵を産卵



available from
<[http://www.justbirds.org/
Seychelles/Seychelles%
20brush-warbler.htm](http://www.justbirds.org/Seychelles/Seychelles%20brush-warbler.htm)>

LRCとLREに応じた雌雄の産み分け



餌が豊富にあるなわばりの雌：
出生地に留まって繁殖を手伝う娘
を産む。

質が悪いなわばりの雌：
出生地から分散していく息子を産
む。

なわばり内の餌の枯渇と(LRC)とヘルパーを囲う利益(LRE)
のかねあいで、産む子の性を操作

ハイガシラゴウシュウマルハシ

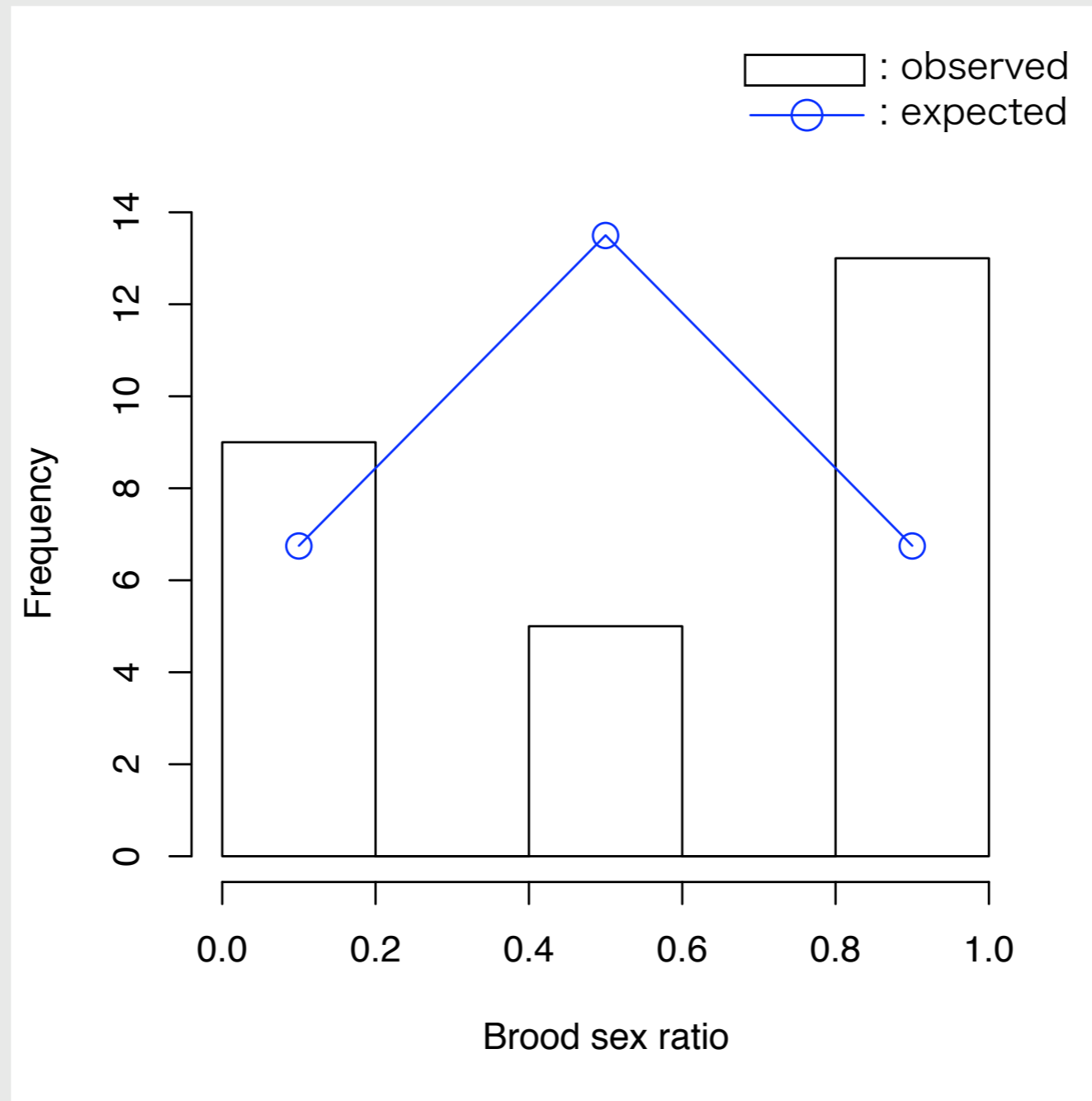
Pomatostomus temporalis

- 雌雄ともにヘルパーになる
- 群れ間のメンバー移動が頻繁
- 繁殖雌が安定していない
- 一腹卵数は1か2がほとんど



この鳥で性比調節がありそうか調べたい

ブルード性比の分布(雛が2羽いる巣)



息子ばかり，娘ばかりのブルードが多い

解析時の問題

- 性比調節する能力(のようなもの)は個体差があるだろう
- 「群れ」という空間的ブロックがある
- 「調査年」という時間的ブロックがある
- 同一個体から複数データを取っている
(longitudinal data)

→混合モデルでどうにかする

従属変数：

ブルード性比のlogit

独立変数(固定効果)：

群れサイズ(手伝い量が影響するかも)

ヘルパー性比(手伝い内容が影響するかも)

ランダム効果

- 調査年(環境条件の年変動)
- 群れID(群れサイズ・ヘルパー性比以外の“なんらかの”効果)
- 雌ID(個体差)

解析には,



(version 2.2.1)

を使用しました。

まずは、

一般化線形モデル

```
model.glm <- glm(cbind(Sons, Brood_size-Sons)  
~Weighed_GS+Helper_sex_ratio, family=binomial,  
data=para00)
```

```
> summary(model.glm)
```

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-2.0996	1.4667	-1.432	0.1523	
Weighed_GS	0.2994	0.1445	2.072	0.0383	*
Helper_sex_ratio	-1.2791	1.0182	-1.256	0.2090	

```
---
```

```
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
```

```
Null deviance: 47.715 on 26 degrees of freedom  
Residual deviance: 41.194 on 24 degrees of freedom  
AIC: 54.125
```

結構overdispersionしている



一般化線形混合モデル(glmmPQL())を使用)

```
model.glmm <- glmmPQL(cbind(Sons, Brood_size-  
Sons)~Weighed_GS+Helper_sex_ratio,  
family=binomial, data=para3, random=~1|Year/  
Group/Female)
```

```
> summary(model03)
```

Random effects:

Formula: ~1 | Female %in% Group %in% Year
(Intercept) Residual

StdDev: 1.348166 0.506145

Fixed effects: cbind(Sons, Brood_size - Sons) ~ Weighed_GS +
Helper_sex_ratio

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	-4.594368	2.2970381	19	-2.0001271	0.0600
Weighed_GS	0.511574	0.1973046	19	2.5928143	0.0179
Helper_sex_ratio	-0.221672	1.5423703	19	-0.1437218	0.8872

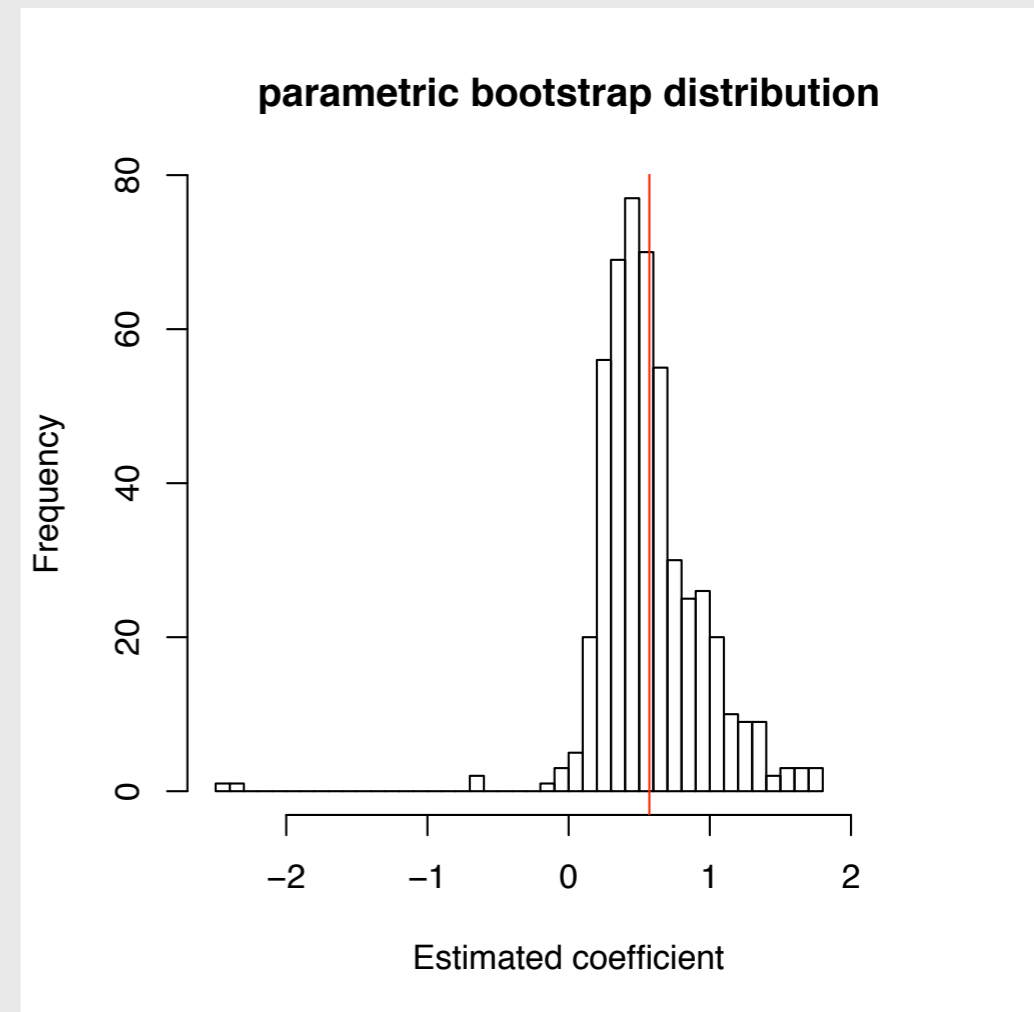
Number of Observations: 27

蛇足

小サンプル数(同一雌からの複数データも合わせて $n=27$)に起因する推定力不足に対処するため、パラメトリックブートストラップしてみると…

Weighed_GSの推定値：0.572

95%信頼区間：0.092 - 1.38



混合モデルを採用して良かったこと

- overdispersionにある程度対処できた
- 過小評価されていた係数が改善
- longitudinal dataをすっきり解析
(pseudo-replicationでは？という問題を解消)

残された課題

- PQLを使うのは何となくイヤ
(しかし R で複数個のrandom effectを組み込む関数はこれしか無い?)
- overdispersion対策は他にもある(擬似二項分布・ベータ二項分布のあてはめ等)が、どれが良いのかはケースバイケース?