

オオタカの廉価な個体群動態解析

青島正和(大成建設株)

「キーワード：オオタカ、個体群動態、推移行列、環境アセスメント、PVA」

1. はじめに

環境省は2006年12月にレッドデータブックの改訂を行い、従来絶滅危惧類にランクされていたオオタカを準絶滅危惧種に降格した。オオタカの全個体の推定も実施されており、最低概ね2000羽程度が生息すると発表されている。実際アセスメントの現場では、オオタカが本来生息する里山はもちろんの事、大都市の狭小な緑地でも繁殖していることが多数確認されており、総数は2000羽を大きく越え増加傾向にあると実感されている。放っておくとシカやマングースのように間引きが必要になる可能性も笑い話ではすまなくなりそうである。この対策としては詳細なデータを取った上でPVA(個体群存続可能性分析)を実施し、早期の評価・対策の立案が必要である。しかしながらPVAに使用可能なデータは日本ではほとんど取られていない。かといって手をこまねいているだけでは何の解決策も得られない。本論文では簡易な個体群生態学的アプローチを用いて、ごく少数のデータを用いた個体群動態解析を行った。その結果少数のデータからは、危惧した通りかなりの速さで個体群が増加する恐れのあることが導かれた。実際には密度効果などもあり、増加に対してブレーキがかかると考えられるが、解析結果では2000羽の個体群規模を一定に保つには毎年170羽の巣立ちを阻止する必要性のあることが示された。近年オオタカの繁殖成績が落ちているのは、密度効果によるものかも知れない。結論は詳細な生態データを取ることで得られる。しかしオオタカの生態に関する詳細なデータを取るには、個体の捕獲が必要最低条件であるが、一部の研究を除き環境省が許可しない。環境省はどのように推定してレッドデータでの降格を決定したか知らないが、決定に対する理論的な説明を可能とする調査実施体制を整備する必要があるのではないだろうか。

2. 解析手法と解析フロー

解析手法としてはPVAにも使用されている個体

群生態学的アプローチ(行列によるシミュレーション)(図1参照)を用いる。個体群生態学的アプローチは、生育段階を数分割し各々の段階の推移状況を示す推移行列を作成した上で、当年(t)から翌年(t+1)に至る個体数変化を推定するものである。この方法により、毎年同じ推移行列と仮定すれば100年後の個体数が推定できる。

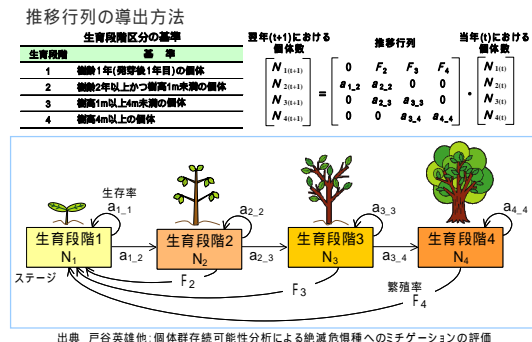


図1 個体群生態学的アプローチ

図2に解析フローを示す。解析は100年後の個体数を推定し、毎年の個体数を増やさない(定常状態)為の条件を見つける。次にパラメータの変化が生息数にどのような影響を与えるかの検討を行う。最後に初歩的なPVAとして、乱数発生による個体群動態解析を行う。

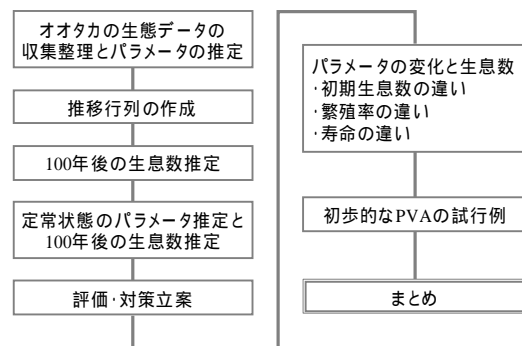


図2 解析フロー

3. 推移行列の作成

推移行列は生育段階を亜成鳥と成鳥との2種類

とし、 2×2 行列で表す。必要なパラメータを導出するための数値を以下に示す。

3.1 オオタカの生態の数値

亜成鳥の死亡率

文献からハイタカで 0.78(文献 1)、クマタカで 0.75(文献 2)なのでオオタカは 0.75 とする。

オオタカの寿命

文献からハイタカで最長 10 年(文献 3)、オオタカで平均 11 年(文献 4)と 7 年(文献 5)なので、平均 9 年とする。

オオタカの繁殖齢

文献からオオタカで 2~3 年(文献 6)なので、3 年目に初めて繁殖する(成鳥になる)と決める。

オオタカの繁殖成績

文献から産卵が確定した繁殖巣に対し 1.46 羽/番(文献 7)なので、0.73 羽/成鳥 1 羽とする。

3.2 推移行列の作成

図 3 に推移行列の作成概念を示す。各数値は以下の通りである。

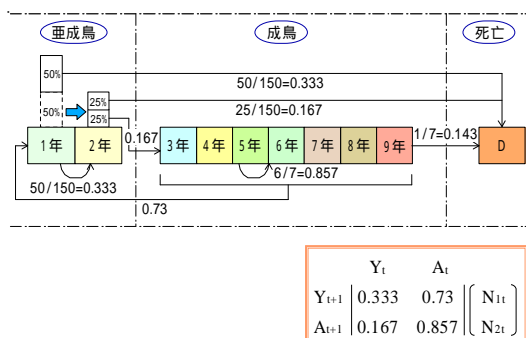


図 3 推移行列の作成

亜成鳥のステージ間生存率

亜成鳥の死亡率は 0.75 なので、1 年目に 50%、2 年目に 25% 死亡すると考える。図 3 よりステージ間生存率は $25/150 = 0.167$ となる。

亜成鳥のステージ内生存率

1 歳から 2 歳になるのは $50/150 = 0.333$ とする。

成鳥の死亡率

成鳥は 3 歳から 9 歳までなので、8 歳(6 年目)まで全部生き、9 歳(7 年目)で全部死亡すると考え、 $6/7 = 0.857$ とする。

繁殖率

繁殖率は繁殖成績より 0.73 とする。

4. 解析結果

導出した推移行列の固有値を計算すると 1.0315 となり、増加傾向になることが分かる。よって定常状態になる条件を導出すると繁殖成績を 0.571 まで下げれば良いことが分かった。

4.1 生息数 2000 羽の場合に定常状態を保持する条件の計算

以下となる。

$$(0.333 - 1) N_1 + 0.571 N_2 = 0$$

$$N_1 + N_2 = 2000 \text{ を解いて}$$

$$\begin{vmatrix} 0.333 & 0.571 \\ 0.167 & 0.857 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 922 \\ 1078 \end{vmatrix}$$

4.2 現状のままでの 100 年後の生息数予想値

下記に示す導出した推移行列において、現状 2000 羽として 100 年後の生息数を計算すると $24192 + 23149 = 47341$ 羽となる。非常に大きな数値となり、過剰な生息数となることが分かる。

$$\begin{vmatrix} 24192 \\ 23149 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.333 & 0.73 \\ 0.167 & 0.857 \end{vmatrix}^{100} \begin{vmatrix} 922 \\ 1078 \end{vmatrix}$$

4.3 定常状態にするための方策

定常状態にするためには、繁殖率 0.73 を 0.571 に下げれば良い。つまり

$$(0.73 \ 0.571) \times 1078 = 171 \text{ 羽}$$

を巣立ちさせなければ良い。手法としては以下が考えられる。

間引きする

タマゴを取る

繁殖妨害をする(営巣域内への立ち入り、エサ場の減少化)

5. パラメータの変化による解析結果の変化

5.1 亜成鳥と成鳥の初期比率の違いによる 100 年後の生息数の違い

表 1 に結果を示す。

表 1 初期生息数の違い

$$\begin{vmatrix} N_{1,100} \\ N_{2,100} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.333 & 0.571 \\ 0.167 & 0.857 \end{vmatrix}^{100} \begin{vmatrix} N_{1,0} \\ N_{2,0} \end{vmatrix}$$

固有値 = 1.0

初期生息数		100年後の生息数比率		合計生息数
$N_{1,0}$	$N_{2,0}$	$N_{1,100}$	$N_{2,100}$	
2000	0	0.46	0.54	763
1500	500	0.46	0.54	1334
922	1078	0.46	0.54	1995
500	1500	0.46	0.54	2476
0	2000	0.46	0.54	3048

表1より以下が分かる。

亜成鳥が減り成鳥が増えると合計生息数が増える。

初期生息数の比率に関らず、100年後の生息数比率は一定（亜成鳥 0.46、成鳥 0.54）である。

亜成鳥あるいは成鳥のどちらかが0となっても合計生息数は一定値に収束する。

5.2 繁殖率Fの変化と100年後の生息数

表2に結果を示す。

表2 繁殖率の違い

$$\begin{pmatrix} N_{1,100} \\ N_{2,100} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.333 & F \\ 0.167 & 0.857 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 922 \\ 1078 \end{pmatrix}$$

繁殖率F	固有値	100年後の生息数比率		
		$N_{1,100}$	$N_{2,100}$	合計生息数
0.253	0.928	0.30	0.70	0.702
0.412	0.966	0.39	0.61	57
0.571	1.0	0.46	0.54	1995
0.73	1.032	0.51	0.49	47344
0.889	1.061	0.55	0.45	830123

表2より以下が分かる。

繁殖率Fが増加すると、固有値も大きくなる

繁殖率Fが大きくなると、100年後合計生息数が増える。

繁殖率Fが増大すると、100年後の生息数比率は、亜成長は増大し、成鳥は低減する。

5.3 寿命の変化と100年後の生息数

表3に結果を示す。

表3 寿命の違い

$$\begin{pmatrix} N_{1,100} \\ N_{2,100} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.333 & 0.571 \\ 0.167 & T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 922 \\ 1078 \end{pmatrix}$$

寿命	T	固有値	100年後の生息数比率		
			$N_{1,100}$	$N_{2,100}$	合計生息数
5年	0.667	0.851	0.54	0.46	0.000111
7年	0.8	0.954	0.48	0.52	17.7
9年	0.857	1.0	0.46	0.54	1995
11年	0.889	1.027	0.45	0.55	27052
13年	0.909	1.043	0.45	0.55	135631

表3より以下が分かる。

寿命が延びると、固有値が増大する。

寿命が延びると、100年後の合計生息数は増える。

寿命が延びると、100年後の生息数比率は、亜成鳥は低減し、成鳥は増加する。

6. 初歩的なPVAの試行列

6.1 算定条件

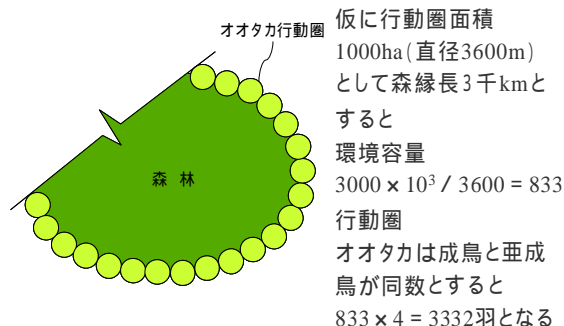
表4に初歩的なPVAの算定条件を示す。

表4 初歩的なPVAの試行列

繁殖率の平均値を 0.2（減少） 0.571（定常） 0.73（増加）とし、標準偏差を各々0.3として、繁殖率を正規乱数で発生させる。
初期のオオタカ生息数は 2000 羽（亜成鳥 922 羽、成鳥 1078 羽）とする。
環境容量は 3500 羽とする。
100 年間のオオタカの生息数の推移を計算
繁殖率の平均値を 0.35（減少） 標準偏差を 0.3 として乱数で発生させ、100 年後の生息数を 1000 回分計算する。絶滅確率 3.5% となった。
R による発生乱数の正確度を 100 回と 1000 回について算定。

6.2 環境容量の算定方法の概念

図4にオオタカの環境容量の算定方法の概念を示す。



6.3 算定結果

図5～図8に算定結果を示す。

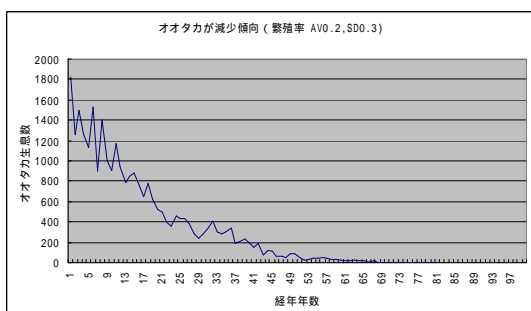


図5 減少状態の100年間生息数

図5から減少傾向の生息数変化が分かる。図では80年後に絶滅することになる

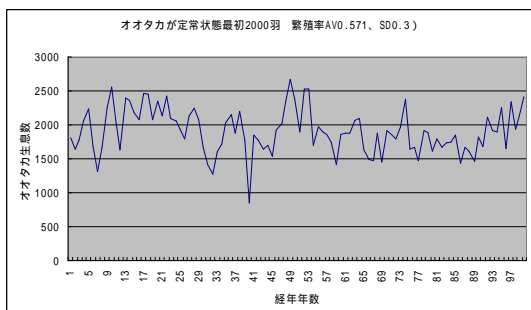


図6 定常状態の100年間生息数

図6から定常状態の生息数変化が分かる。環境の変化を乱数で考慮しても2000羽前後で増減することが分かる。

環境容量を3500匹として

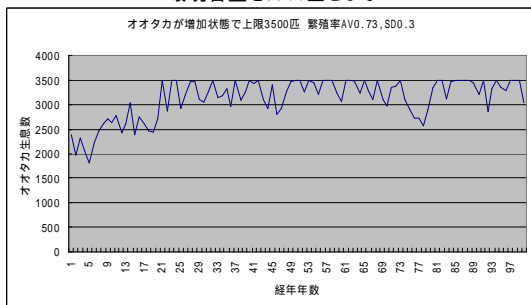


図7 増加状態の100年間生息数

図7から増加状態の生息数変化が分かる。環境容量を3500羽とすると、3500羽で頭打ちとなる。

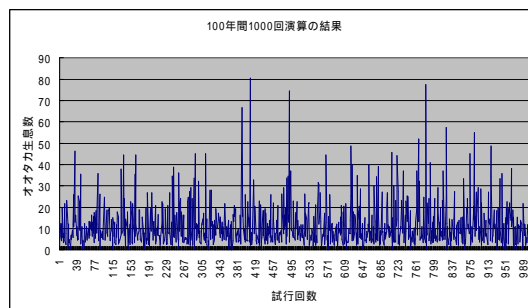


図8 100年間1000回の試行結果

図8に乱数を用いた100年後の生息数変化を1000回計算した結果を示す。100年後の絶滅確率として3.5%が得られた。

7. まとめ

本手法で解析すれば、百年後の生息数を予測可能。必要なら本格的なPVAを行えば良い。フリーソフトRとエクセルのみで出来、廉価で有効な手法である。

オオタカを一定数に保つ条件が得られ、また生存率や繁殖率のどれを変化させれば、オオタカを保全できるかが推定できる。

より詳しい解析には、エサの豊凶年・並作年・凶作年等における年齢ごとの生存率、繁殖率のデータが必要である。

文献

- 1) イアン・ニュートン ハイタカ個体群の研究 猛禽類の研究と保全に関する講演会
- 2) クマタカ生態研究グループ
クマタカ・その保護管理の考え方 P59
- 3) イアン・ニュートン ハイタカ個体群の研究 猛禽類の研究と保全に関する講演会
- 4
http://monet.mercerburg.edu/hawks/northern_goshawk.htm
- 5) 猛禽の部屋 猛禽類保護機構のホームページ
- 6) 猛禽の部屋 猛禽類保護機構のホームページ
- 7) 比企ワシタカ研究会 埼玉県中央部の丘陵地におけるオオタカの繁殖成績 第12回オオタカ保護シンポジウム