

## 個体群成長率の計算

公益財団法人知床財団

第 1 期管理方針の策定時と同様な方法を用いて、2010-14 年における個体群成長率 ( $\lambda$ ) の計算を実施した。その結果、個体群成長率  $\lambda = 0.925$  ( $N=100$ )、 $\lambda = 1.009$  ( $N=150$ )、 $\lambda = 1.047$  ( $N=200$ ) を得た ( $N$  はメス個体数)。計算方法は以下の通り。ただし、対象とした期間中には大量捕殺が発生しており、計算に用いた齢構成値や 0 歳死亡率は現実値から大きくかけ離れている可能性があることに注意が必要。

### I. 出生率

#### 繁殖状況と平均産子数

- ・斜里側のウトロ周辺（幌別・岩尾別地区およびウトロ地区等）とルシャ地区において観察された計 34 頭のメス個体について集計（ルシャ地区データは北海道大学下鶴氏より提供）。
- ・ある個体が 2010 年に「2Y」の場合、前年に出産があったと考えられるが、観察が無かった場合にはデータなしとし、こうした見込み出産は計算には含めなかった。
- ・2009-2014 年は、110 メス年の観察で 46 件 84 頭の出産、 $84/46=1.826$  の平均産子数を得た。

1990-2004 年 67 メス年の観察で 32 件 51 頭の出産  $51/32=1.594$

2004-2009 年 37 メス年の観察で 12 件 20 頭の出産  $20/12=1.667$

2009-2014 年 110 メス年の観察で 84 件 46 頭の出産  $84/46=1.826$

\* 1990-2004 年と 2004-2009 年は幌別・岩尾別地区における観察データを主に使用。2009-2014 年は幌別・岩尾別地区とルシャ地区における観察データを使用。

#### 移行確率

- ・メス成獣が単独→0 歳連れになる確率
- ・Schwartz and White(2008, Ursus 19:1-12)の方法により、0.3990 の移行確率を得た。

#### 出生率 ( $m_x$ )

- ・平均産子数と移行確率を乗じて推定出生率を得る。
- ・2009-2014 では  $1.826 \times 0.3990 = 0.7286$ 、これは全ての子の出生率であり、メスのみ行列に入れる際にはこの半分、0.364 を用いた。

## II. 生存率

## 年齢別の年平均確認死亡数（メス）

- ・2010-2014 での斜里・羅臼合計は下記の通り（年齢査定未実施分は条件を考慮して判断）。

年齢	0	1	2	3-4	>=5	
斜里	0	9	6	2	19	36
羅臼	4	8	5	1	17	35
合計	4	17	11	3	36	71
年平均	0.8	3.4	2.2	0.6	7.2	14.2

## 年齢別の年平均推定死亡数（メス）

実際の死亡数は、上で求めたよりも多い。確認死亡数が真の死亡数の 75%と仮定すると、2010-2014 では以下のようにになる。

年齢	0	1	2	3-4	>=5	
年平均確認死亡数	0.8	3.4	2.2	0.6	7.2	14.2
年平均推定死亡数 (確認死亡数×1.333)	1.07	4.53	2.93	0.8	9.6	18.93

## 年齢別の生存率推定

- ・野生ヒグマの年齢構成データは、1960-68 年に、イエローストーン国立公園の Trout-Creek 個体群で直接観察されたヒグマの年齢構成を引用する (Craighead et al., 1995: 102)。

年齢	0	1	2	3-4	>=5	
年齢構成	0.182	0.138	0.104	0.146	0.43	1
メス比	0.41	0.31	0.311	0.411	0.568	-
メス内訳	0.07	0.04	0.03	0.06	0.24	0.45
メスのみ年齢構成	0.16	0.09	0.07	0.13	0.54	1.00
N=100 での個体数	16.5	9.4	7.1	13.2	53.8	100
N=150 での個体数	24.7	14.1	10.7	19.8	80.7	150
N=200 での個体数	33	18.8	14.2	26.4	107.6	200

上記の個体数と年平均推定死亡数をもとに算出した死亡率と生存率は以下の通り。

	年齢級	0	1	2	3-4	>=5
N=100	死亡率	0.06	0.48	0.41	0.06	0.18
	生存率	0.94	0.52	0.59	0.94	0.82
N=150	死亡率	0.04	0.32	0.27	0.04	0.12
	生存率	0.96	0.68	0.73	0.96	0.88
N=200	死亡率	0.03	0.24	0.21	0.03	0.09
	生存率	0.97	0.76	0.79	0.97	0.91

### Ⅲ. 個体群成長率の計算

- ・統計値を行列に代入する。0歳死亡率は確認死亡数ではデータが足りなく不正確なため、Trout Creek 個体群の 0.83 で代用する（2004-2009 年と同様）。

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & S0 * m_x \\ S1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S34 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S34 & S5 \end{pmatrix}$$

- ・ $S_i$ は*i*歳の生存率を、 $m_x$ は出生率を表す。すべての個体が同じ誕生日（クマの場合は2月1日）を持つと仮定している。

N=100 の場合の固有値 ( $\lambda$ ) の計算

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.364 * 0.83 = 0.30212 \\ 0.52 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.59 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.94 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.94 & 0.82 \end{pmatrix}$$

となり、 $\lambda = 0.929$

N=150 の場合固有値 ( $\lambda$ ) の計算

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.364 * 0.83 = 0.30212 \\ 0.68 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.73 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.96 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.96 & 0.88 \end{pmatrix}$$

となり、 $\lambda = 1.012$

N=200 の場合固有値 ( $\lambda$ ) の計算

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.364 * 0.83 = 0.30212 \\ 0.76 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.79 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.97 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.97 & 0.91 \end{pmatrix}$$

となり、 $\lambda = 1.05$

- ・【ルシヤにおける観察結果を踏まえて 0 歳死亡率 ( $S_0$ ) を上記より低く見積もった場合】

$S_0=0.75$  (2009~2014 のルシヤ地区における山中氏調査の最小死亡率)

N=100  $\lambda=0.922$

N=150  $\lambda=1.003$

N=200  $\lambda=1.041$

$S_0=0.61$  (2009~2014 のルシヤ地区における山中氏調査の最大死亡率)

N=100  $\lambda=0.908$

N=150  $\lambda=0.987$

N=200  $\lambda=1.024$

#### IV. 過去との比較

表. 北米 7 ヶ所におけるヒグマ個体群のメス出生率と個体群成長率

Wielgus (2002) を改変。YNP1: Yellowstone ホワイトバークパイン豊作年; YNP2: 同凶作年; YNP3: ゴミ捨て場閉鎖後; Flat: Flathead Valley BC; Sel: Selkirk Mountains ID/BC; Swan: Swan Mountains MT; Kan: Kananaskis AB; SNP1: 知床 1990-2004; SNP2: 知床 2005-09; SNP3: 知床 2010-14\*知床 1990-2004 の $\lambda$ は死亡確認率 0.5 での推定値。

	YNP1	YNP2	Flat	Sel	YNP3	Swan	Kan	Mean	SNP1	SNP2	SNP3
$m_x$	0.440	0.430	0.422	0.370	0.328	0.261	0.230	0.354	0.302	0.260	0.364
$\lambda$	1.070	0.950	1.085	1.000	1.046	0.977	0.990	1.016	1.068*	1.038	0.929(N=100)
											1.012(N=150)
											1.05(N=200)

\*第 1 期管理方針の付属資料 4 の表に今回算出した数字を追記。

#### 参考文献

Craighead, J.J., J.S. Sumner, and J.A. Mitchell. 1995. The grizzly bears of Yellowstone. Their ecology in the Yellowstone Ecosystem, 1959-1992. Island Press. Washington, D.C. (Trout Creek 個体群、年齢構成、0 才生存率)

Schwartz, C.C., and G.C. White. 2008. Estimating reproductive rates for female bears: proportions versus transition probabilities. *Ursus* 19(1):1-12. (移行確率)