

## ① 用語の整理

自然増加率 (Natural Rate of Increase) とみかけの増加率

人為死亡がなく、密度依存性、移出入を考慮しない個体群において、 $t$  年の個体数を  $N_t$ 、出生率  $b$ 、自然死亡率  $d$  とするとき、 $t+1$  年の個体数  $N_{t+1}$  は、

$$N_{t+1} = (b - d)N_t$$

となる。この時  $(b - d)$  は自然増加率を示す。

野生動物管理において推定対象となる野外の個体群では、出生率や自然死亡率の密度依存性、そして移出入が起きている可能性が十分ある。しかし、密度依存性や移出入を直接観察あるいは推定するのは困難なことが多い(特に密度依存性)。そこで、これらの個体群パラメータを集約し、 $t$  年の密度依存性を含んだ自然死亡率・出生率、及び移出入を含んだみかけの増加率を  $G_t$  と定義すると、人為死亡がない個体群における  $t$  年、 $t+1$  年の個体数は次式で表される。

$$N_{t+1} = G_t N_t$$

内的自然増加率 (intrinsic rate of natural increase)

生息環境などが充分に良好なときの個体群が示す潜在的な増加率のことを内的自然増加率と呼ぶ。内的自然増加率を  $r$ 、環境収容量を  $K$  としたときに、ロジスティック式による個体群サイズ成長速度  $\frac{dN}{dt}$  は次式で表現される。

$$\frac{dN}{dt} = r(1 - \frac{N}{K})N$$

## ② 目標捕獲数とみかけの増加率を用いた個体数の将来予測方法

まず、過去の個体数を推定するための個体数推定モデル (Mano *et al.* (印刷中)、北海道ヒグマ管理計画第2期で使用) により推定された  $t$  年の12月末の個体数と  $t$  年の捕獲数から、みかけの増加率を算出する。 $t$  年、 $t-1$  年の12月末の推定個体数を  $N_t$ 、 $N_{t-1}$ 、 $t$  年のみかけの増加率を  $G_t$ 、 $t$  年の捕獲数を  $C_t$  とすると次式で表現される。

$$G_t = \frac{N_t + C_t}{N_{t-1}}$$

次に、 $t$  年のみかけの増加率  $G_t$  をもとに期間を通じたみかけの増加率  $\hat{G}$  を定義し(参考資料)、目標捕獲数  $C_{tar,t}$  から次式を用いて  $t$  年の個体数の予測値  $N_{est,t}$  を得る。

$$N_{est,t} = N_{est,t-1} \hat{G} - C_{tar,t}$$

## 参考資料 みかけの増加率による将来予測をする際に検討すべき事項

将来予測で用いるみかけの増加率 $\hat{G}$ について、どの値を採用するのか複数の選択肢がある。査読を経た論文 (Mano *et al.* 印刷中、渡島半島のみ 2021 年まで個体数推定) の結果から算出した値 (表 1)、2023 年の捕獲数 (暫定)を入れた推定結果から算出した値 (表 2)、さらに全道一律の値、地域個体群毎の値など検討委員の議論を受けて決定するべきである。ただし、モニタリングデータが限られていることと推定モデルの特徴から、表 1・2 で示す数字はあくまで目安を提供していると考えるのが科学的に妥当である。

表 1 個体数推定モデル(Mano *et al.* (印刷中))にて推定された渡島半島の 1968~2021 年のヒグマの個体数推定値から算出したみかけの増加率の最小値、中央値、最大値。個体数推定の初年である 1968 年及び最終年である 2021 年は個体数推定値が安定しないため、これらの値が算出に必要な年を除いて算出した。

算出期間	最小値	中央値	最大値
1970-1990	1.070	1.079	1.093
1991-2020	1.079	1.085	1.092
全期間	1.070	1.083	1.093

表 2 個体数推定モデル(Mano *et al.* (印刷中))にて推定された 1990~2023 年の個体数推定値から算出した地域個体群ごと及び全道のみかけの増加率の最小値、中央値、最大値。個体数推定の初年である 1990 年及び最終年である 2023 年は個体数推定値が安定しないため、これらの値が算出に必要な年は除いて算出した。

地域個体群	最小値	中央値	最大値
渡島半島	1.079	1.085	1.099
積丹恵庭	1.053	1.058	1.068
天塩増毛	1.054	1.057	1.068
道東宗谷西部	1.048	1.069	1.102
道東宗谷東部	1.053	1.069	1.087
道東宗谷東部_知床3町を除く	1.057	1.064	1.085
知床3町	1.046	1.074	1.093
日高夕張	1.059	1.079	1.084
全道	1.060	1.074	1.088