

令和 8 年度シカ森林被害対策事業委託 仕様書

1. 高知県内の再造林地（予定地含む）における林業被害状況とシカの生息状況の把握

（1） 被害状況現地調査

再造林地等に出没するシカの利用頻度および、植栽木等の採食状況を推定することを目的に、県が指定する 60 箇所（再造林予定地又は再造林地）において、以下の調査を実施すること。

① 食痕履歴法による森林植生衰退度調査

調査地 1 箇所につき、任意の 1 地点を選定し調査を実施すること。調査項目については「別紙 1 森林衰退状況調査表」を参照すること。調査は、9 月頃とし、調査の 1 ヶ月程度前に調査地にセンサーカメラを設置し、約 1 ヶ月間のシカの来訪頻度と調査結果の関係について分析すること。

② 簡易なチェックシートによるシカの影響評価

調査地 1 箇所当たり 50 本程度の植栽木を目視によって観察し、シカによる影響を評価すること。調査項目については「別紙 2 シカの影響調査チェックシート」を参照すること。

③ シカ影響スコア調査

調査対象とした造林地周辺の林縁部において、シカ影響スコアの調査を行う。調査項目及び計算方法については、森林総合研究所九州支所（2021 年 3 月）「西日本の若齢造林地におけるシカ被害対策選択のポイント」の P30~31 及び重永英年（2024 年 2 月）林業改良普及双書 No.206「低コスト再造林 歩みと最新技術」の P147 ~159 を参考にすること。

また、再造林地周辺の調査については、再造林地の管理者（20 者程度）に対して防護対策の現状を把握することを目的に、再造林における「防護対策の有無」、「防護対策の方法（単木保護又は防護柵設置）」、「防護柵の施工延長」、「防護柵の種類又は単木保護の種類」、「設置年次」及び「防護柵等の見回・補修の頻度」のデータを収集・集計すること。

（2） 分析

（1）のデータ及び県から提供のある「シカ個体数調査委託業務報告書（別添 1）」のデータを統合し、重回帰分析や GIS（地理情報システム）を用いた空間分析等により、被害の発生要因及び程度について、林業被害の状況、対策の実施状況、植栽木等への採食状況、シカの生息密度等を基に分析すること。分析結果に基づき、林業地における今後のシカ管理および被害管理の方向性について提案すること。また、分析結果に基づき、県内をシカ生息密度

及び被害状況によって高密度地域（密度が下がるまでは、皆伐を控えることを推奨する地域）・中密度地域（再造林の際には防護柵を設置し、定期的な防護柵の点検補修を推奨する地域）・低密度地域（シカ捕獲体制を構築することによって、防護柵を設置せずに低コスト造林を推奨する地域）の3区分に分類すること。

（3）報告書作成 A

（1）（2）の結果について、報告書を作成すること。

2. シカ捕獲ポイントの特定調査（3箇所程度）

（1）ドローン調査

再造林地等に出没するシカの個体数および出没状況を把握することを目的に、赤外線サーマルカメラ搭載ドローンを用いた調査を実施すること。調査地点は県と協議のうえ、選定すること。

調査はシカの出没が頻繁になると考えられる夜間（22:00~翌 2:00）に実施すること。また、調査は1箇所につき2晩以上実施すること。

なお、飛行に係る許可申請は受託者が実施するものとし、ドローンの機体性能及び操縦者は以下の条件を満たすこととする。

- ・機体は赤外線サーマルカメラを搭載し、「夜間飛行」および「目視外飛行」が可能な性能を有すること。
- ・操縦者は「二等無人航空機操縦士」の資格を有すること。

（2）センサーカメラ調査

再造林予定地において、1箇所当たり10台のセンサーカメラを設置し、捕獲前2週間~捕獲期間内で、合計3ヶ月間設置すること。設置期間中に最低1回は現地にてSDカード交換を行い、その時点での撮影状況を速やかに捕獲従事者へ共有すること。必要に応じてわなの移設等の助言をすること。

（3）痕跡調査

各再造林予定地の辺縁部を徒歩により1周踏査し、シカの痕跡を発見した地点をGPSにより記録し、分布図を作成すること。記録する痕跡は、けもの道、剥皮、糞、食痕とする。痕跡調査の結果をもとに、わなの設置等について助言すること。

また、（2）及び（3）の調査は3(2)で試行的な捕獲を実施する再造林地等で実施すること。

なお、業務開始前、ドローン調査地選定時に県と打ち合わせを行うこと。

3. 造林事業者等によるシカ捕獲体制の構築

(1) 造林地周辺での試行的な捕獲

県が指定する造林事業者等の捕獲従事者※と連携して、造林地周辺におけるくくりわなによる試行的な捕獲を実施する。くくりわなの設置台数は30台以上とする。併せて、くくりわなの稼働状況や捕獲状況を確認するための通信機能付きセンサーカメラを数台設置し、捕獲従事者と連携して維持管理を行う。また、受託者は捕獲従事者からの技術的な相談に対し、電話やメール等で適宜助言を行うこと。ただし、止めさし及び捕獲個体の運搬は委託対象外とする。

なお、捕獲期間は11月中旬から1月までの間で1.5ヶ月程度とし、捕獲従事者への助言は捕獲開始時および2週間に1回程度の計4回以上実施すること。

捕獲に必要なワナ等の消耗品及び備品については、全て受託者負担で行う。(委託経費に含む)

※狩猟免許は持っているが、捕獲経験が少ない者を想定

また、捕獲開始前に、鳥獣の捕獲等及び鳥類の卵の採取等の許可申請を高知県に申請を行い捕獲許可を得ること。

(2) 報告書作成 B

2及び3(1)結果について、報告書を作成すること。

また、報告書納品時に打ち合わせを行い、報告書の内容について説明すること。

(3) 捕獲効果検証

捕獲作業による被害抑制の効果を検証するため、以下について、分析すること。

① 植栽木被害状況調査

再造林地1箇所当たり1,000本程度の植栽木を目視によって観察し、シカによる食痕の有無と被害部位(頂芽、側枝、樹皮等)を記録すること。

調査は、捕獲前と後に1回ずつ行い、被害状況について比較分析すること。調査のうち100本については、捕獲前と後の調査木は同一の調査木とし、シカ捕獲前と後で被害の程度の差についても調査すること。

② 各調査内容分析

各種調査で撮影されたシカの性別と年齢クラスを判別し、捕獲の前後および捕獲期間中で、撮影頭数、撮影頻度等を比較し、捕獲の効果について分析を行うこと。また、痕跡の数、位置などを比較し分析を行うこと。

③ 報告書作成 A2

3(3)に関する報告書を作成すること。

4 業務実施にあたっての留意事項

(1) 業務の着手

契約後、速やかに別紙様式 1 に必要事項を記載し、業務工程表を添えて提出すること。

(2) 業務完了報告書

業務が完了したときは、速やかに別紙様式 2 及び成果品を県に提出すること。

成果品は、仕様書に記載の報告書 A、A2 及び B とする。

(3) 委託業務の完了検査について

県は受託者から業務完了報告書を受理した場合、10 日以内に完了検査を行うこととする。なお、完了検査については(2)で提出された書類及び成果品を検査することをもって完了検査とする。県は完了検査後速やかに検査結果通知書を受託者に提出しなければならない。

(4) 請求書

受託者は、検査に合格したときは、別紙様式 3 により、知事に請求書を提出することができる。

(別紙様式 1)

令和 年 月 日

高知県知事 濱田 省司 様

受託者 住 所
名 称
代表者氏名

業 務 着 手 届

下記のとおり、業務に着手したので、業務工程表を添えて提出します。

記

委 託 業 務 名	令和 8 年度シカ森林被害対策事業委託
履 行 期 間	自 令和 年 月 日 至 令和 年 月 日
契 約 金 額	
契 約 年 月 日	令和 年 月 日
業 務 担 当 者	

(別紙様式2)

令和 年 月 日

高知県知事 濱田 省司 様

受託者 住 所
名 称
代表者氏名

業 務 完 了 報 告 書

下記のとおり、業務が完了したので成果品を添付して提出します。

記

委 託 業 務 名	令和8年度シカ森林被害対策事業委託
契 約 金 額	
完 了 年 月 日	令和 年 月 日
成 果 品	

(別紙様式3)

令和 年 月 日

高知県知事 濱田 省司 様

受託者 住 所
名 称
代表者氏名

請 求 書

令和 年 月 日付けで委託契約を締結した令和8年度シカ森林被害対策事業委託について、下記のとおり委託料を請求します。

記

1 請求金額 _____ 円

2 請求金額内訳表

契 約 金 額 _____ 円
契約金額の内訳は別紙「請求書内訳表」のとおり
既 請 求 額 _____ 円
今回請求額 _____ 円
残 額 _____ 円

3 振込先口座

金融機関名	銀行	本店・支店
預金種類	普通 ・ 当座 ・ その他	
口座番号		
口座名義人（カナ）		
口座名義人（漢字）		

令和8年度シカ森林被害対策事業委託 経費内訳書

経費区分	予算区分	経費内訳	単価(円)	数量	単位	金額(円)	適用
1 高知県内の再造林地 (予定地含む)における林 業被害状況とシカの生息状 況の把握及び報告書作成 A	A(県森林環境譲与税)	主任技師			人		
		技師A			人		
		技師B			人		
		技師C			人		
		技術員			人		
小計①							
2 シカ捕獲ポイントの特定 調査及び打ち合わせ	B(林野庁シカ等による森林 被害緊急対策事業)	主任技師			人		
		技師A			人		
		技師B			人		
		技師C			人		
		技術員			人		
小計②							
3 造林者等によるシカ捕 獲体制の構築及び報告書 作成B	B(林野庁シカ等による森林 被害緊急対策事業)	主任技師			人		
		技師A			人		
		技師B			人		
		技師C			人		
		技術員			人		
小計③							
3 (2)捕獲効果検証及び 報告書作成A2	A(県森林環境譲与税)	主任技師			人		
		技師A			人		
		技師B			人		
		技師C			人		
		技術員			人		
小計④							

旅費A	A(県森林環境譲与税)	調査に必要な日当、宿泊費、有料道路代、車両費、通信費雑費 被害状況現地調査は60箇所 (高知県内の造林地等) 調査地までの所要時間は現地近隣宿泊地から片道2時間程度			式		
旅費B	B(林野庁シカ等による森林被害緊急対策事業)	調査に必要な日当、宿泊費、有料道路代、車両費、通信費雑費 シカ捕獲ポイントの特定調査3カ所 (仁淀川町内 3箇所) 造林地周辺での試行的な捕獲1カ所 (仁淀川町内 1箇所) 調査地等までの所要時間は現地近隣宿泊地から片道2時間程度			式		
小計⑤							
材料費A	A(県森林環境譲与税)	仕様書の内容を実施するために必要な資材、機器使用料、通信費、消耗品費等			式		
材料費B	B(林野庁シカ等による森林被害緊急対策事業)	仕様書の内容を実施するために必要な資材、機器使用料、通信費、消耗品費等			式		
小計⑥							
諸経費A	A(県森林環境譲与税)	直接人件費×50%			%		
諸経費B	B(林野庁シカ等による森林被害緊急対策事業)	直接人件費×50%			%		
小計⑦							
消費税A	A(県森林環境譲与税)				%		
消費税B	B(林野庁シカ等による森林被害緊急対策事業)				%		
小計⑧							
事業費A	A(県森林環境譲与税)				式		
事業費B	B(林野庁シカ等による森林被害緊急対策事業)				式		
業務委託費計							

調査地概要

調査日 年 月 日 : ~ : , 調査者
調査地 No. , 林班名 , GPS ID , WP No.
調査地全体写真 (近景・遠景の 2 枚): 使用カメラ , 写真 No.

立地

平均斜面勾配 ☐ 急 (40 度以上) ☐ 並 (~40 度) ☐ 緩 (~20 度) ☐ 平坦
方位 ☐ 東 ☐ 東南 ☐ 南 ☐ 南西 ☐ 西 ☐ 北西 ☐ 北 ☐ 北東 ☐ なし
方位の方向 斜面: 斜面上部から下部に向けた方位, 尾根や谷: 尾根筋や谷筋の方位, 平坦地: 方位なし
地形: マクロスケール (調査地周辺の地形) ☐ 尾根 ☐ 谷 ☐ 斜面 ☐ 平坦地
ミクロスケール (調査地の地形) ☐ 凹部 ☐ 凸部 ☐ 平衡 ☐ 小起伏
風化状況: ☐ 土質化 ☐ 破碎帯礫質化 ☐ 非破碎帯礫質化
土性区分: ☐ 残積土 ☐ 匍行土 ☐ 崩積土 ☐ 運積土 ☐ 未団結運積土
土質: ☐ 細粒質 ☐ 細粒・礫混じり ☐ 礫質 ☐ 巨礫質 ☐ 粘土 ☐ 巨礫 ☐ 露出

植生

植生: ☐ 薪炭林 ☐ 天然生二次林 ☐ 天然林 ☐ ヒノキ林 ☐ カラマツ林 ☐ スギ林 ☐ アカマツ林
☐ 低木林 ☐ 林縁 ☐ 天然草地 ☐ 牧草地 ☐ その他人工群落
相観区分 (〇〇林、〇〇群落) _____

構成種の特徴と林齢 _____

高木層植被率 _____ %, 優占種 (割合) _____ , 階層高 _____ m
亜高木層植被率 _____ %, 優占種 (割合) _____ , 階層高 _____ m
低木層植被率 _____ %, 優占種 (割合) _____ , 階層高 _____ m
草本層植被率 _____ %, 優占種 (割合) _____ , 階層高 _____ m
ササの植被率 _____ %, 優占種 (割合) _____ , 階層高 _____ m
ササの状態 ☐ 健全 ☐ 枯死桿あり ☐ ほぼ枯死 コメント _____

優占種は個体数が一番多い種。割合はその種が占める個体数の割合を記録。

低木層はディアライン以下に頂端を持つすべての樹木が対象。側枝・萌芽・稚樹も含む。

裸地露出 ☐ あり ☐ なし 浸食裸地 ☐ あり ☐ なし 裸地率 _____ %
ギャップ率 (林床に届く光量) ☐ 0% (林冠閉鎖) ☐ ~25% ☐ ~50% ☐ ~75% ☐ 75% 以上
側面からの間接光 (道路脇・林縁など) ☐ 有 ☐ 無

人工林に対する記録事項

手入れの状況 (枝打ち・下草刈りなど) ☐ 良好 ☐ 中程度 ☐ 悪い
植栽木の上長生長 ☐ 旺盛な生長 ☐ やや生長は鈍化 ☐ 生長は停滞
植栽木への食痕 (樹皮剥ぎを含む) ☐ 有 ☐ 無

シカによる影響

ディアライン ☐ 顕著 ☐ やや認められる ☐ 認められない
シカ痕跡: シカ道 (☐ 有 ☐ 無) 樹皮剥ぎ (☐ 有 ☐ 無) その他痕跡 _____
不嗜好性植物への食害 _____

コメント

食痕履歴はディアライン以下に頂端を持つすべてのシュートが対象（側枝・萌芽・稚樹を含む）

別紙 1 裏

※年枝を遡れなかった年数には、取り消し線を記入

調査範囲（ 20×20m 範囲内 ・ それ以外（ × m）

1. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

2. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

3. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

4. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

5. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

6. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

7. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

8. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

9. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

10. 樹種 _____ 個体番号 _____

食痕履歴（当年・1 年前・2 年前・3 年前・4 年前・5 年前・6 年前・それ以前）

樹木外観： _____

その他コメント： _____

調査本数（ 本）

1. 新しい角こすりがみられる・ ・ ・ ・ ・ 本2. 樹皮の食痕がみられる・ ・ ・ ・ ・ 本3. 頂芽の食痕がみられる・ ・ ・ ・ ・ 本4. シカによる幹折れの痕跡がみられる・ ・ ・ 本

調査木の平均胸高直径（目測でよい）

☐ 10cm 未満☐ 10cm ～ 20cm☐ 20cm 以上

調査木の平均樹高（目測でよい）

☐ 1m 未満☐ 1m ～ 2m☐ 2m 以上

【シカ影響スコア (DISco)】

痕跡	程度	点数	得点
剥皮/角擦り	なし	0	
	わずか	1	
	目立つ	3	
食痕	なし	0	
	わずか	2	
	目立つ	3	
糞	なし	0	
	わずか	1	
	目立つ	3	
足跡	なし	0	
	あり	2	
シカ道	なし	0	
	あり	2	
シカ影響スコア	合計値	0～13	

評価基準

なし：それぞれの痕跡を見つけられない

わずか：それぞれの痕跡が周囲を歩き回って探さないと見つからない程度

目立つ：意識しないで簡単に目につく程度

別添

シカ個体数調査委託業務報告書

(令和 7 年度)

一部抜粋

令和 8 年 3 月

高知県

目次

1. 業務の概要.....	1
(1) 業務の目的.....	1
(2) 業務期間.....	1
2. 出猟カレンダーのデータ整理及び分析.....	1
(1) 分析の概要.....	1
(2) 分析結果.....	2
① 全県の捕獲効率及び目撃効率の経年変化.....	2
② メッシュ別の捕獲効率及び目撃効率.....	2
3. 個体数推定.....	5
(1) 個体数推定手法の概要.....	5
(2) 個体数推定に使用したデータの概要.....	5
(3) 個体数推定結果の概要.....	7
(4) 全県の推定結果.....	8
① 個体数推定に用いたデータ.....	8
② 推定結果.....	10
③ 将来予測.....	21
2424242424242424 (7) 市町村別の推定結果.....	25
① 推定方法.....	25
② 推定結果.....	25
(8) メッシュ別の推定結果.....	27
① 推定方法.....	27
② 推定結果.....	27
30303031	
巻末資料 1 推定する変数と内容、事前分布の設定.....	35
巻末資料 2 個体数推定モデルの詳細.....	38
巻末資料 3 推定結果の詳細.....	41
巻末資料 4 推定方法と結果の妥当性.....	65
巻末資料 5 参考文献.....	66

1. 業務の概要

(1) 業務の目的

高知県では、ニホンジカ（以下、シカ）について効果的な被害対策を実施し個体数を管理していくために、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」に基づき「高知県第二種特定鳥獣（ニホンジカ）管理計画」を策定し、シカ管理を進めている。

本業務では、県内の最新のシカの分布状況の把握や個体数推定を実施し、科学的根拠に基づく計画的で順応的なシカ管理に寄与することを目的とする。

(2) 業務期間

令和7年6月19日～令和8年3月31日

2. 出猟カレンダーのデータ整理及び分析

(1) 分析の概要

令和3年度から令和6年度の狩猟期における銃猟の出猟カレンダーについて、捕獲効率及び目撃効率を分析した。分析は、下記のとおり行った。

(ア) 捕獲効率

捕獲数を努力量で割り、捕獲効率（CPUE、Catch Per Unit Effort）を算出した。

銃猟における捕獲効率は、出猟人日数を努力量の指標とし、以下の式により求めた。

$$\text{銃捕獲効率} = \frac{\text{銃捕獲数}}{\text{合計出猟人日数}}$$

(イ) 目撃効率

目撃効率（SPUE、Sight Per Unit Effort）は、目撃数を合計出猟人日数で割ったものとした。具体的には、以下の式により求めた。

$$\text{目撃効率} = \frac{\text{目撃数} + \text{捕獲数}}{\text{合計出猟人日数}}$$

なお、算出した目撃効率は、階層ベイズ法によるシカの個体数推計（以下、「ベイズ推計」という。）に使用した。

(2) 分析結果

① 全県の捕獲効率及び目撃効率の経年変化

シカの狩猟期における銃猟による捕獲効率及び目撃効率の経年変化を図 2-2-1 に示す。捕獲効率は令和 3 年度から令和 4 年度にかけて低下した後、令和 6 年度にかけては上昇し、最高値である約 0.04 を示した。

一方、目撃効率は令和 3 年度に最高値である約 0.62 を示した後、令和 4 年度にかけては減少し、令和 6 年度にかけて 0.39~0.45 の範囲で推移した。

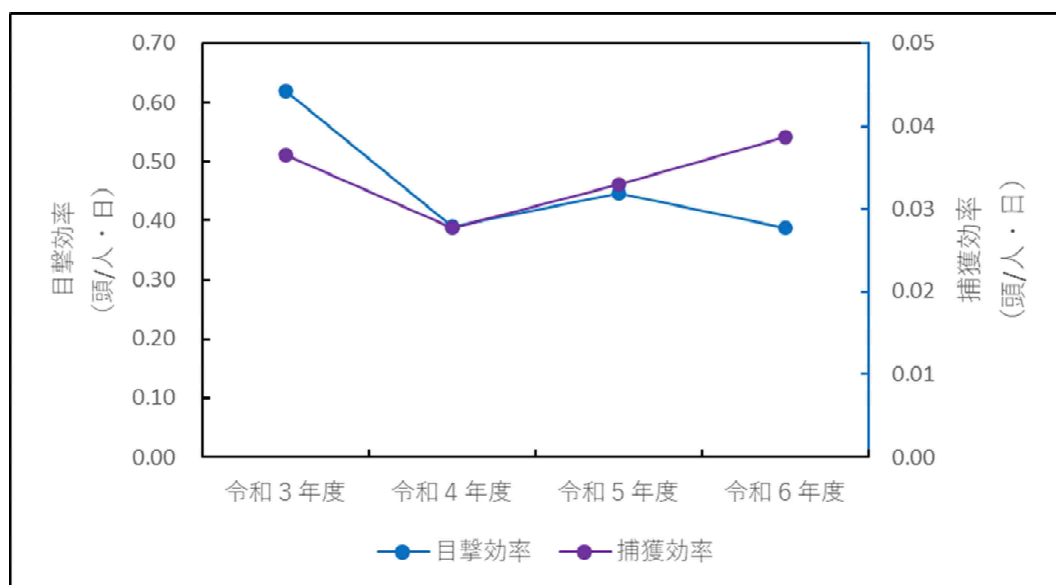
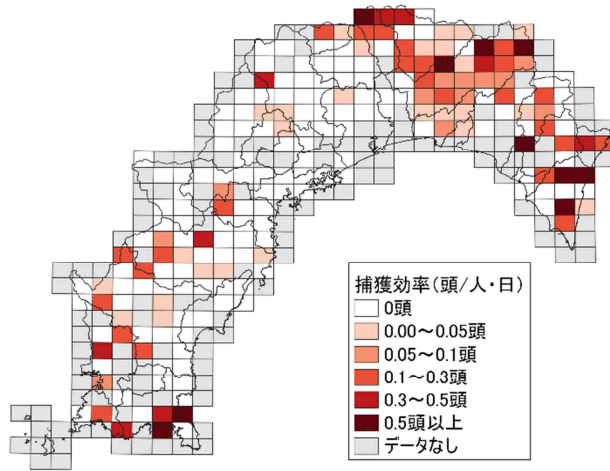


図 2-2-1 捕獲効率及び目撃効率の経年変化

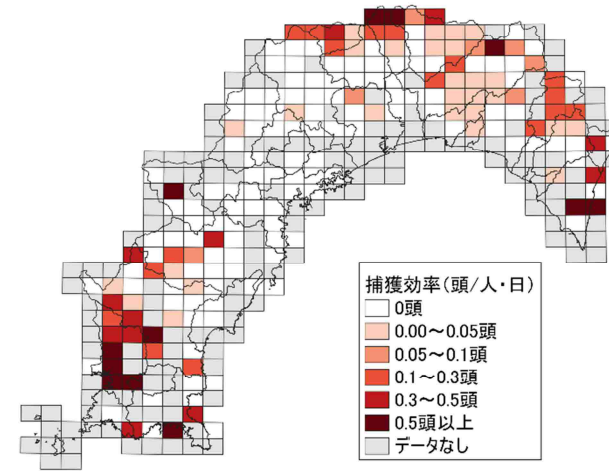
② メッシュ別の捕獲効率及び目撃効率

捕獲効率及び目撃効率の地域間の比較を行うため、令和 3 年度から令和 6 年度までの捕獲効率を図 2-2-2 に、目撃効率を図 2-2-3 に示す。捕獲効率及び目撃効率ともに、県東部及び県西部のメッシュで比較的高い効率を示すメッシュが多く見られた。

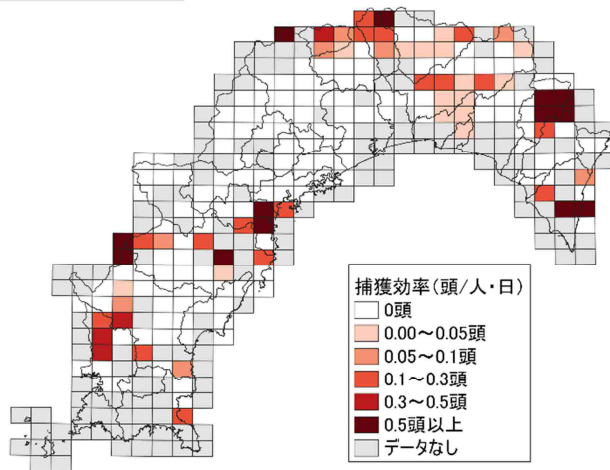
令和3(2021)年度



令和4(2022)年度



令和5(2023)年度



令和6(2024)年度

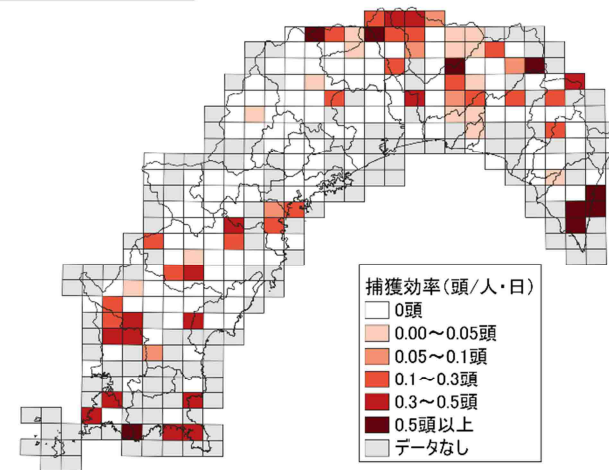
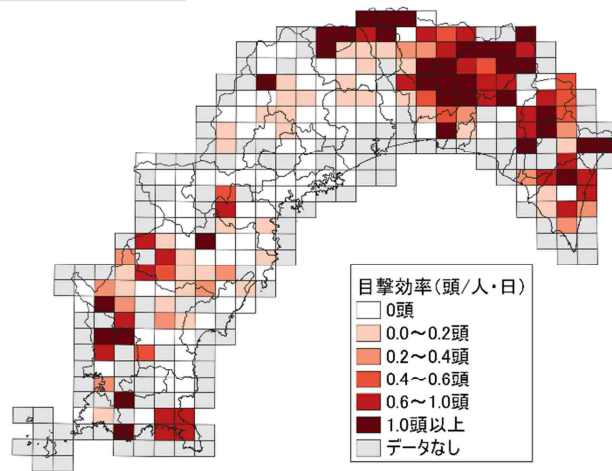
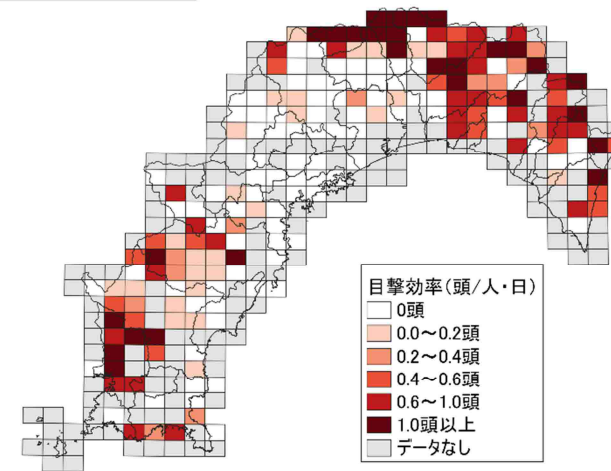


図 2-2-2 メッシュ別の銃猟による捕獲効率

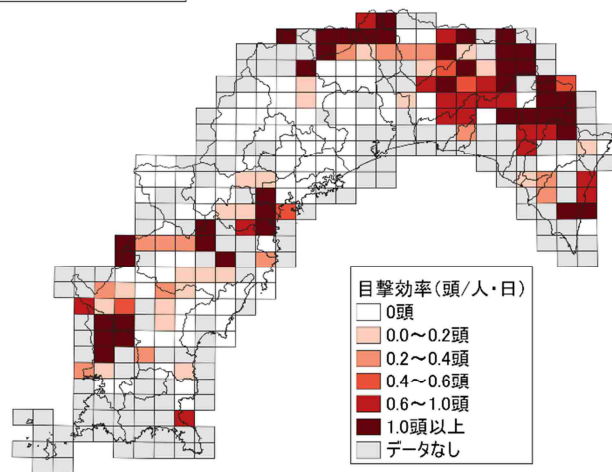
令和3(2021)年度



令和4(2022)年度



令和5(2023)年度



令和6(2024)年度

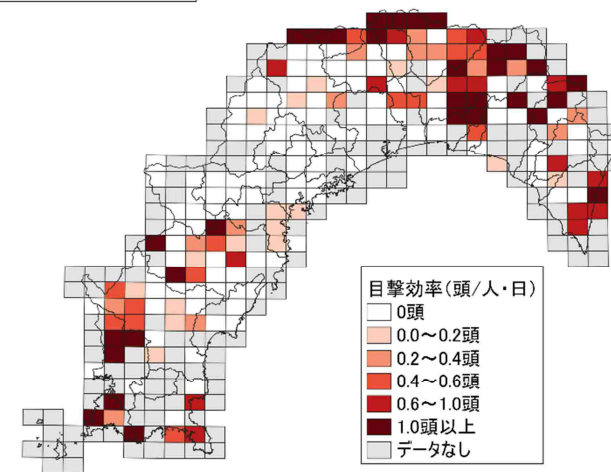


図 2-2-3 メッシュ別の銃猟による目撃効率

3. 個体数推定

(1) 個体数推定手法の概要

令和6年度末までに得られた直近22年間（平成15年度～令和6年度）のデータから、高知県におけるニホンジカの自然増加率や個体数などの推定を行った。推定は、捕獲数の変動を主要な情報とするハーベストベースドモデルを基本モデルとして用い、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）による階層ベイズ推定を採用した。

捕獲数をベースにしたベイズ推定は、1) 複数の要因・データをモデルに組み込む、2) これまでの知見を事前分布の設定に生かせる、3) 捕獲数と推定個体数を連動させることができるので捕獲数に関する合意形成がしやすいという利点があり、野生動物の個体数管理のための個体数推定に近年広く用いられている。

また、ベイズ推定では、得られたデータをもとに推定を行うので、新たにデータを加えると以前とは異なる推定値が現れる。これはベイズ更新と呼ばれるベイズ推定の大きな特徴であり、この性質を利用することで、最新の動向に最も適合した推定値を算出することができる。さらに、データを蓄積していけば、より精度の高い推定も可能になる。以上の理由から高知県におけるニホンジカの個体数推定は、階層ベイズ推定により行った。

平成15年度から令和6年度までの22年間で収集された狩猟捕獲数、有害捕獲数、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率、森林面積のデータを用いて、自然増加率、個体数の他に、個体数と関連を持つ狩猟捕獲係数、有害捕獲係数、糞粒係数、糞塊係数、目撃係数などを推定した。

なお、B管理ユニットは捕獲数が少なく、推計を適切に行うためのデータが十分ではないことから、協議のうえ、「全県、A管理ユニット及びC管理ユニット」の個体数を推計した。

推定モデルは、環境省による全国のニホンジカの個体数推定ならびに将来予測と同等の手法をもちいた。<http://www.env.go.jp/press/files/jp/29490.pdf>

ただし、高知県が収集している狩猟捕獲数、有害捕獲数、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率、森林面積のデータを全て活用するモデルに改良した。

また、狩猟期の捕獲報償金の導入や捕獲強化などの施策による捕獲率の向上や報告収集方法の変更など高知県特有の条件に対応するため、これらのデータの変動を考慮した推定手法を採用した。

自然増加率の事前分布の設定には、不適切な値のサンプリングや期待値周辺の確率が極端に高くなるのを防ぐために、特許第5992369号の技術を使用した。

(2) 個体数推定に使用したデータの概要

平成15年度から令和6年度に収集されたデータを使用した。収集したデータを表3-2-1に示す。

表 3-2-1 収集したデータと期間

データ項目	内容	期間(年度)
総捕獲数	年度別の捕獲された数。人為的に個体数を減らした効果としてモデルに組み込んだ。	H15- R06
狩猟捕獲数	年度別の捕獲された狩猟捕獲数。個体数に比例する指標として用いた。	H15- R06
有害捕獲数	年度別の捕獲された有害捕獲数(ただし、その他の許可捕獲による捕獲数を含む)。個体数に比例する指標として用いた。	H15- R06
糞粒密度	年別の糞粒調査で発見された糞粒数を調査面積で割り、密度として算出した値。個体数に比例する指標として用いた。	H15, H16, H19, H22-H26, R6
糞塊密度	年別の糞塊調査で発見された糞塊数を踏査距離で割り、密度として算出した値。個体数に比例する指標として用いた。	H26, H28, R2, R6
目撃効率	年度別の狩猟期間に出猟カレンダーから得られた目撃数を出猟日数で割り、目撃効率として算出したもの。個体数に比例する指標として用いた。	H24- R06
森林面積	高知県内の森林面積。生息密度の算出等に用いた。	H15- R06

(3) 個体数推定結果の概要

全県の推計結果の概要を表 3-3-1 に、A 管理ユニット及び C 管理ユニットの推計結果の概要を表 3-3-2 に示す。詳細な推計結果は、(4) ～ (6) 及び巻末資料 3 にまとめた。

表 3-3-1 全県の推計結果（令和 6 年度末）の概要

推定変数	全県
自然増加数 (90%信頼限界)	14,608 頭 (5,291 頭～23,973 頭)
自然増加率 (90%信頼限界)	18.3% (5.8%～31.1%)
個体数 (90%信頼限界)	74,845 頭 (54,250 頭～107,020 頭)

表 3-3-2 A 管理ユニット及び C 管理ユニットの推計結果（令和 6 年度末）の概要

推定変数	A 管理ユニット	C 管理ユニット
自然増加数 (90%信頼限界)	4,438 頭 (1,078 頭～9,324 頭)	8,555 頭 (3,321 頭～13,506 頭)
自然増加率 (90%信頼限界)	13.0% (2.9%～28.8%)	19.3% (6.4%～31.3%)
個体数 (90%信頼限界)	31,341 頭 (20,843 頭～46,523 頭)	41,288 頭 (29,734 頭～61,735 頭)

(4) 全県の推定結果

① 個体数推定に用いたデータ

推定に使用したデータセットを、表 3-4-1 及び図 3-4-1 に示す。狩猟捕獲数は、平成 26 年度までは増加していたが、平成 26 年度から令和 6 年度にかけては増減を伴いながらも緩やかな減少傾向にある。許可捕獲数は、平成 15 年度から平成 26 年度にかけては年々増加し、以降は増減を伴いながら令和 6 年度にかけて緩やかな増加傾向を示した。

糞粒密度は、平成 19 年度及び平成 23 年度に高い値を示したが、その他の年度は概ね横ばい傾向を示している。糞塊密度は、平成 26 年度から平成 28 年度までは横ばいであったが、平成 28 年度から令和 2 年度にかけて大きく増加し、その後は再び横ばい傾向を示した。目撃効率は、平成 24 年度から平成 26 年度にかけては増加していたが、平成 26 年度から令和 6 年度にかけては増減を伴いながらも緩やかな減少傾向にある。

表 3-4-1 使用したデータ(全県)

年度	捕獲数 合計(頭)	狩猟 捕獲数 (頭)	有害 捕獲数 (頭)	糞粒密度 (粒/m ²)	糞塊密度 (/km)	目撃効率 (頭/人・ 日)	森林面積 (km ²)
平成 15	2,934	1,579	1,355	0.789			5,979.50
平成 16	2,731	1,353	1,378	0.170			5,979.50
平成 17	3,024	1,724	1,300				5,979.60
平成 18	3,654	2,096	1,558				5,979.79
平成 19	4,710	2,953	1,757	1.802			5,979.43
平成 20	8,395	4,956	3,439				5,979.49
平成 21	11,361	6,871	4,490				5,978.22
平成 22	11,364	6,541	4,823	0.916			5,978.25
平成 23	13,468	6,889	6,579	1.887			5,967.81
平成 24	15,845	7,697	8,148	0.613		0.742	5,961.85
平成 25	19,093	8,088	11,005	0.721		0.806	5,956.58
平成 26	21,124	8,266	12,858	0.951	6.237	1.016	5,956.01
平成 27	20,556	7,388	13,168			0.591	5,951.53
平成 28	19,554	6,788	12,766		6.113	0.480	5,949.92
平成 29	19,079	6,172	12,907			0.503	5,947.26
平成 30	19,871	8,006	11,865			0.541	5,945.17
令和 1	19,414	6,690	12,724			0.501	5,943.32
令和 2	20,286	7,238	13,048	1.016	12.208	0.449	5,941.88
令和 3	20,966	7,507	13,459			0.619	5,940.99
令和 4	20,561	7,041	13,520			0.389	5,939.31
令和 5	21,770	7,294	14,476			0.446	5,938.52
令和 6	20,374	6,783	13,591		11.917	0.388	5,938.52

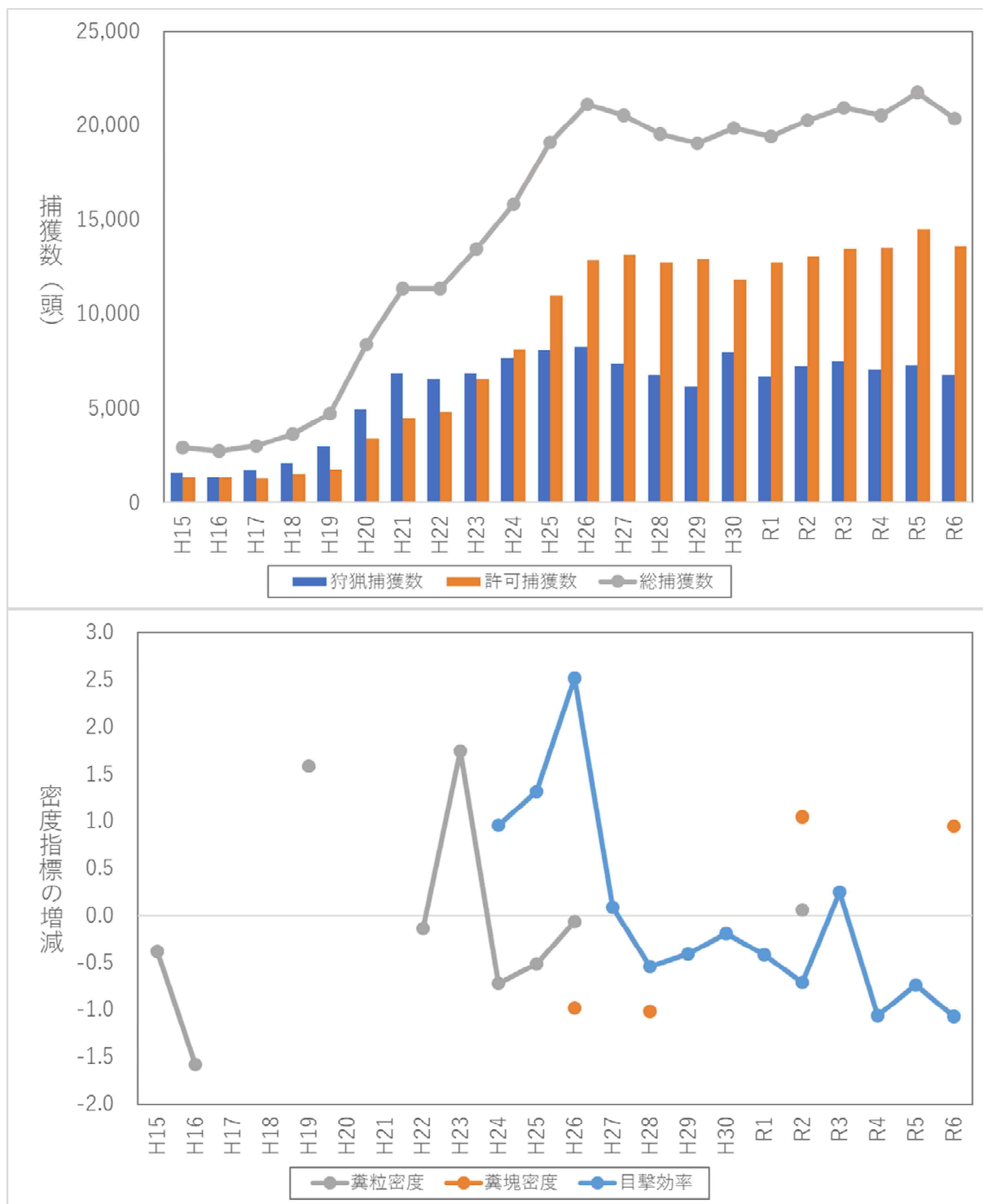


図 3-4-1 捕獲数と密度指標の経年変化（全県）
※糞粒密度、糞塊密度、目撃効率は相対値を示す

② 推定結果

個体数や自然増加率などの推定結果

- ・ 推定変数の主な統計量として個体数の推定結果を表 3-4-2 に、自然増加率と環境収容力と基準年個体数（対数）の推定結果を表 3-4-3 に示す。
- ・ 高知県に生息するニホンジカの推定個体数の中央値は、平成 15 年度から平成 25 年度までは一貫して増加していたが、平成 26 年度以降は減少傾向にあると推定された。令和 6 年度末の個体数の中央値は、74,845 頭（90%信頼区間では 54,250～107,020 頭）と推定された（表 3-4-2、図 3-4-2）。
- ・ 令和 6 年度の自然増加率の中央値は 1.183（90%信用区間では 1.058～1.311）と推定された。また、推定期間中の自然増加率の中央値は 1.094～1.268 と推定された（表 3-4-3、図 3-4-3）。

表 3-4-2 全県のニホンジカ個体数(年度末)の推定結果 (単位:頭)

年度	5%	25%	中央値	75%	95%
個体数 H15	33,837	40,310	45,861	51,958	62,627
個体数 H16	35,555	42,046	47,678	54,129	65,303
個体数 H17	40,637	48,533	54,813	61,826	73,906
個体数 H18	47,648	56,890	63,920	71,742	84,568
個体数 H19	54,675	65,046	72,592	80,944	94,170
個体数 H20	60,561	69,284	76,553	84,704	98,105
個体数 H21	67,354	76,803	85,012	93,844	109,183
個体数 H22	70,071	79,702	88,175	97,855	114,297
個体数 H23	76,267	86,330	95,306	105,442	123,087
個体数 H24	82,143	93,232	103,174	114,531	132,156
個体数 H25	83,930	97,896	110,401	123,104	142,131
個体数 H26	80,218	95,345	107,253	119,101	137,113
個体数 H27	82,255	95,185	104,920	116,350	135,985
個体数 H28	77,746	87,936	97,207	108,360	129,945
個体数 H29	75,822	86,497	95,512	106,391	125,000
個体数 H30	74,890	85,797	95,112	106,094	125,281
個体数 R1	72,142	81,816	90,317	100,810	119,331
個体数 R2	71,556	81,359	89,718	100,210	119,113
個体数 R3	71,014	81,946	90,921	101,591	120,759
個体数 R4	64,956	74,723	83,034	93,813	112,935
個体数 R5	61,132	71,559	80,590	91,916	111,114
個体数 R6	54,250	65,384	74,845	86,154	107,020

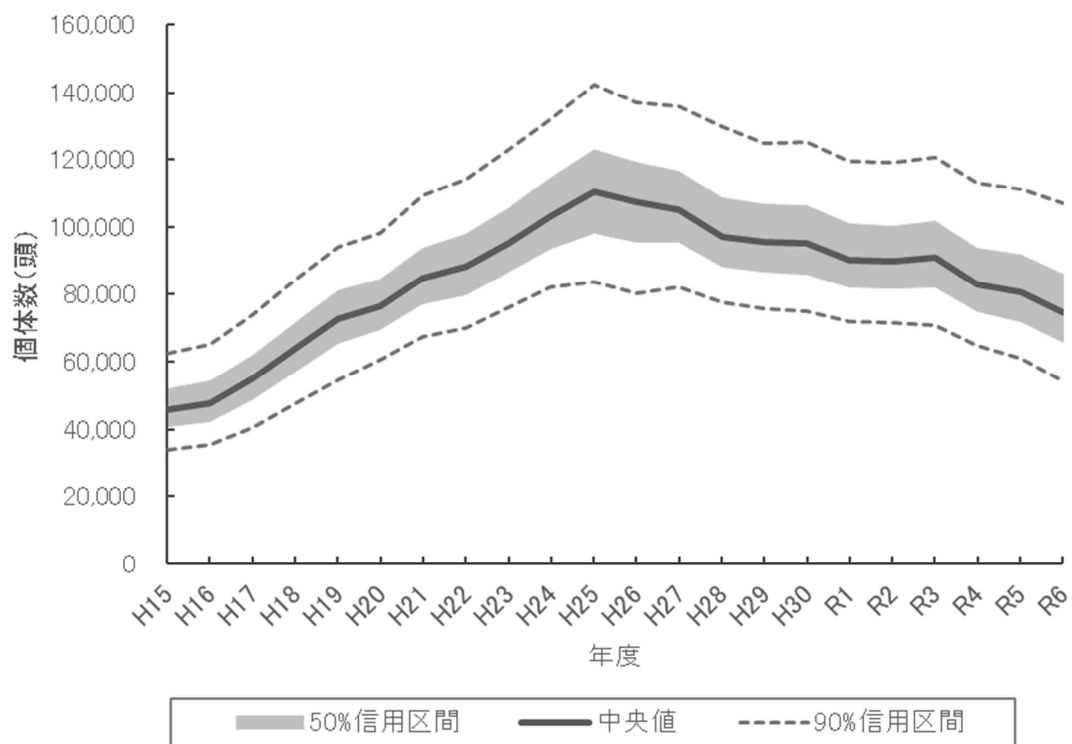


図 3-4-2 推定個体数の推移（全県）

中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。

表 3-4-3 全県の自然増加率、環境収容力、基準年個体数（対数）の推定結果

年度	5%	25%	中央値	75%	95%
自然増加率 H16	1.017	1.057	1.094	1.144	1.236
自然増加率 H17	1.083	1.157	1.215	1.270	1.334
自然増加率 H18	1.099	1.185	1.242	1.292	1.344
自然増加率 H19	1.067	1.148	1.215	1.278	1.339
自然増加率 H20	1.036	1.105	1.181	1.258	1.331
自然増加率 H21	1.141	1.224	1.268	1.306	1.351
自然増加率 H22	1.076	1.128	1.173	1.221	1.289
自然増加率 H23	1.106	1.191	1.244	1.291	1.341
自然増加率 H24	1.133	1.207	1.255	1.298	1.347
自然増加率 H25	1.134	1.211	1.256	1.294	1.341
自然増加率 H26	1.057	1.112	1.159	1.214	1.291
自然増加率 H27	1.063	1.125	1.185	1.251	1.325
自然増加率 H28	1.024	1.060	1.103	1.172	1.286
自然増加率 H29	1.056	1.120	1.182	1.234	1.297
自然増加率 H30	1.076	1.151	1.210	1.265	1.323
自然増加率 R1	1.041	1.101	1.154	1.217	1.295
自然増加率 R2	1.095	1.170	1.225	1.275	1.330
自然増加率 R3	1.121	1.202	1.251	1.294	1.341
自然増加率 R4	1.037	1.089	1.141	1.201	1.285
自然増加率 R5	1.106	1.184	1.239	1.286	1.338
自然増加率 R6	1.058	1.125	1.183	1.241	1.311
環境収容力	96.379	143.2	201.3	294.5	539.9
基準年個体数(対数)	11.178	11.307	11.404	11.515	11.688

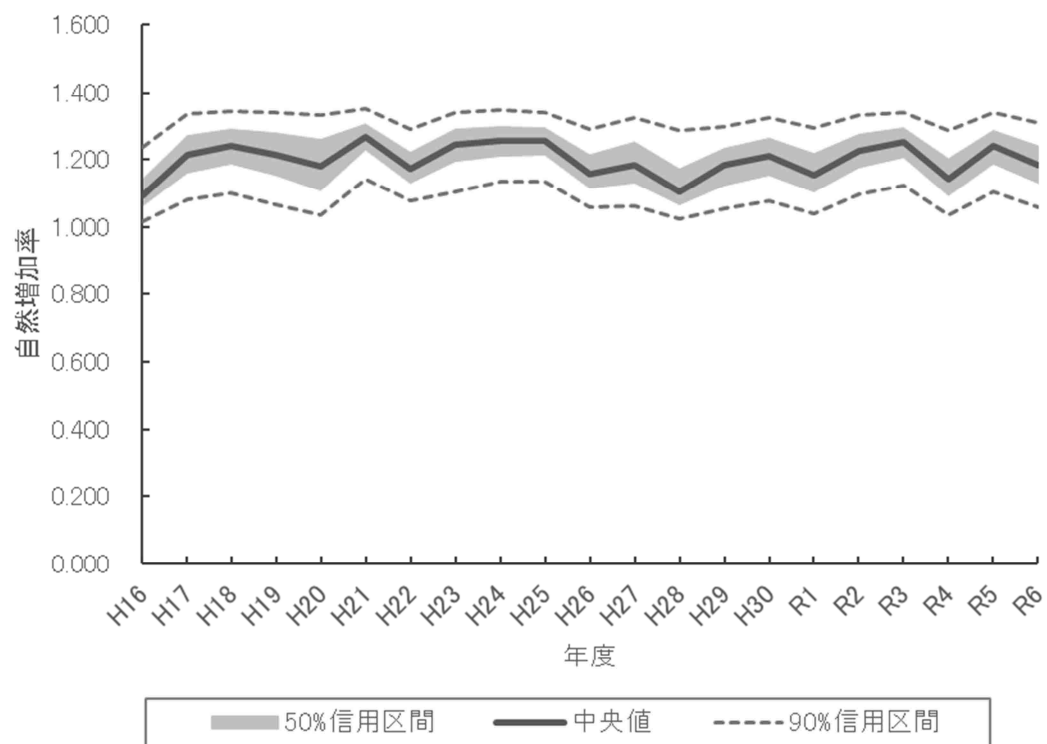


図 3-4-3 推定自然増加率の推移（全県）

中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。

捕獲率（捕獲係数）と自然増加数の推定結果

- ・ 狩猟捕獲率の推定結果を表 3-4-4 に、有害捕獲率の推定結果を表 3-4-5 に、自然増加数の推定結果を表 3-4-6 に示す。
- ・ 推定した狩猟捕獲率の中央値は、平成 15 年度から平成 18 年度までは微増微減を繰り返していたが、メスジカが狩猟獣化となり、高知県で狩猟期のシカ捕獲への報償金制度が始まった平成 20 年度に増加し、高知県のシカ及びイノシシの狩猟期が 11/15～3/15 から 11/15～3/31 に延長された平成 30 年度に再び増加した。令和 6 年度の狩猟捕獲率は中央値で 0.071（90%信用区間では 0.053～0.090）と推定された（表 3-4-4）。
- ・ 推定した有害捕獲率の中央値は、平成 15 年度から平成 19 年度までは緩やかな減少傾向を示していたが、平成 20 年度以降は増加傾向を示しており、令和 2 年度の有害捕獲率は中央値で 0.141（90%信用区間では 0.105～0.183）と推定された（表 3-4-5）。
- ・ 令和 6 年度の自然増加数は中央値で 14,608 頭（90%信用区間では 5,291 頭～23,973 頭）と推定された（表 3-4-6）。
- ・ 今回の推定結果から、平成 20 年度以降、高知県の捕獲率は増加傾向を示しており、令和 6 年度の捕獲数は 20,374 頭となっている。一方、令和 6 年度の増加数の中央値は 14,608 頭であることから、近年の捕獲対策が継続されれば、今後も高知県のニホンジカの個体数は減少していく可能性が高いと考えられる。

表 3-4-4 狩猟捕獲率の推定結果(全県)

推定変数	5%	25%	中央値	75%	95%	備考
狩猟捕獲率 H15	0.023	0.027	0.031	0.035	0.042	
狩猟捕獲率 H16	0.021	0.026	0.029	0.033	0.038	
狩猟捕獲率 H17	0.022	0.027	0.030	0.034	0.040	注1
狩猟捕獲率 H18	0.023	0.027	0.031	0.034	0.041	
狩猟捕獲率 H19	0.029	0.034	0.039	0.043	0.051	注2
狩猟捕獲率 H20	0.049	0.057	0.062	0.069	0.078	注3, 4
狩猟捕獲率 H21	0.052	0.061	0.067	0.073	0.083	
狩猟捕獲率 H22	0.052	0.060	0.065	0.072	0.081	
狩猟捕獲率 H23	0.051	0.059	0.064	0.070	0.079	
狩猟捕獲率 H24	0.051	0.058	0.064	0.070	0.079	
狩猟捕獲率 H25	0.050	0.057	0.063	0.069	0.078	
狩猟捕獲率 H26	0.050	0.057	0.062	0.068	0.078	
狩猟捕獲率 H27	0.047	0.054	0.060	0.065	0.073	
狩猟捕獲率 H28	0.045	0.053	0.058	0.063	0.071	
狩猟捕獲率 H29	0.044	0.051	0.056	0.061	0.069	
狩猟捕獲率 H30	0.053	0.061	0.068	0.074	0.083	注5
狩猟捕獲率 R1	0.050	0.059	0.065	0.070	0.079	
狩猟捕獲率 R2	0.051	0.060	0.066	0.072	0.080	
狩猟捕獲率 R3	0.052	0.061	0.067	0.073	0.082	
狩猟捕獲率 R4	0.053	0.062	0.068	0.075	0.084	
狩猟捕獲率 R5	0.053	0.063	0.070	0.077	0.088	
狩猟捕獲率 R6	0.053	0.063	0.071	0.078	0.090	

注1:メスジカの捕獲解禁(1日あたりの捕獲数2頭まで、ただし1頭はメスジカ)

狩猟期間の延長(11/15~2/15 → 11/15~2/末)

注2:くくりわなの規制解除

狩猟期間の延長(11/15~2/末 → 11/15~3/15)

注3:メスジカ狩猟獣化(環境省)

注4:狩猟期の捕獲報償金制度の導入

注5:狩猟期間の延長(11/15~3/15 → 11/15~3/31)

表 3-4-5 有害捕獲率の推定結果(全県)

推定変数	5%	25%	中央値	75%	95%	備考
有害捕獲率 H15	0.020	0.024	0.028	0.031	0.037	
有害捕獲率 H16	0.020	0.024	0.027	0.030	0.036	
有害捕獲率 H17	0.017	0.021	0.023	0.026	0.031	注1
有害捕獲率 H18	0.018	0.021	0.023	0.026	0.031	
有害捕獲率 H19	0.017	0.020	0.023	0.026	0.030	注2
有害捕獲率 H20	0.033	0.038	0.042	0.046	0.053	注3
有害捕獲率 H21	0.036	0.042	0.046	0.051	0.058	
有害捕獲率 H22	0.039	0.045	0.050	0.055	0.062	
有害捕獲率 H23	0.047	0.055	0.060	0.066	0.074	
有害捕獲率 H24	0.055	0.063	0.069	0.076	0.086	
有害捕獲率 H25	0.066	0.076	0.084	0.093	0.106	
有害捕獲率 H26	0.077	0.089	0.097	0.108	0.124	注4
有害捕獲率 H27	0.082	0.095	0.104	0.114	0.129	
有害捕獲率 H28	0.084	0.099	0.109	0.118	0.133	
有害捕獲率 H29	0.087	0.101	0.111	0.121	0.137	
有害捕獲率 H30	0.083	0.097	0.106	0.116	0.132	注5
有害捕獲率 R1	0.090	0.104	0.114	0.125	0.141	
有害捕獲率 R2	0.092	0.107	0.119	0.129	0.146	
有害捕獲率 R3	0.095	0.110	0.122	0.134	0.151	
有害捕獲率 R4	0.100	0.117	0.130	0.143	0.161	
有害捕獲率 R5	0.106	0.124	0.139	0.154	0.175	
有害捕獲率 R6	0.105	0.126	0.141	0.158	0.183	

注1:メスジカの捕獲解禁(1日あたりの捕獲数2頭まで、ただし1頭はメスジカ)

狩猟期間の延長(11/15～2/15 → 11/15～2/末)

注2:くくりわなの規制解除

狩猟期間の延長(11/15～2/末 → 11/15～3/15)

注3:メスジカ狩猟獣化(環境省)

注4:本格的な国費による有害捕獲への捕獲報償金の上乗せ

注5:狩猟期間の延長(11/15～3/15 → 11/15～3/31)

表 3-4-6 自然増加数の推定結果(全県)

(単位:頭)

推定変数	5%	25%	中央値	75%	95%
増加数 H16	827	2,632	4,329	6,433	10,017
増加数 H17	4,300	7,721	10,076	12,397	15,771
増加数 H18	6,006	10,126	12,943	15,425	18,961
増加数 H19	4,778	9,742	13,460	16,793	20,886
増加数 H20	2,924	8,221	13,102	17,267	21,525
増加数 H21	11,624	17,480	20,266	22,830	26,224
増加数 H22	6,810	11,237	14,724	18,296	23,054
増加数 H23	10,515	17,244	21,152	24,571	29,202
増加数 H24	13,984	20,220	23,993	27,503	32,116
増加数 H25	14,038	21,980	26,410	30,188	34,789
増加数 H26	6,731	13,006	17,650	22,490	27,529
増加数 H27	7,551	14,551	19,920	24,496	30,107
増加数 H28	2,717	6,536	11,140	17,654	25,482
増加数 H29	6,484	12,127	17,439	21,640	26,739
増加数 H30	8,155	15,076	19,972	24,089	29,449
増加数 R1	4,452	10,084	14,724	19,451	25,122
増加数 R2	9,991	16,147	20,128	23,680	28,168
増加数 R3	12,608	18,750	22,204	25,369	29,836
増加数 R4	3,779	8,661	12,897	17,321	23,246
増加数 R5	9,933	15,921	19,492	22,720	27,347
増加数 R6	5,291	10,495	14,608	18,534	23,973

過年度（令和3年度）の推定結果との比較

- ・ 令和3年度業務と今回の推定個体数（中央値および90%信用区間）を比較したものを表3-4-7に示す。
- ・ 令和3年度業務の推定結果と比較すると、全体的に推定値は上方修正された。令和2年度時点の個体数を比較すると、今回の推定では中央値は89,718頭（90%信用区間では71,556頭～119,113頭）で、令和3年度の推定結果の中央値である74,747頭（90%信用区間では52,070頭～112,392頭）から、中央値では20.0%上方修正された。
- ・ ただし、推定個体数の増減傾向はいずれも変わりなく、平成15年度から平成25年度にかけて増加し、平成26年度以降は令和6年度にかけて減少傾向を示した。
- ・ 今回追加したデータは、令和3年度から令和6年度にかけての狩猟捕獲数データ・許可捕獲数データ・糞塊密度データ・目撃効率データである。狩猟捕獲数は、令和2年度から令和3年度にかけて増加しているが、その後は令和6年度にかけて緩やかに減少している。許可捕獲数については、追加した4年間のデータは緩やかに増加している。目撃効率のデータは、令和2年度から令和3年度にかけて増加したが、以降は減少傾向を示している。また、糞塊密度は令和2年度と令和6年度を比較すると、ほとんど変わらず横ばい傾向となっている。これらのデータと矛盾のないように推定が実施された結果、個体数の推移としては緩やかな減少傾向を示すことには変わりなかった。
- ・ ただし、令和3年度以降も継続して多くの個体数が捕獲されていること、令和3年度に多く目撃されていることから、令和3年度の業務において推定された個体数は過小であり、実際にはより多くの個体が生息していたと推定結果が改められ、推定個体数が上方修正されたと考えられる。

表 3-4-7 令和3年度業務と今年度の推定結果の比較(中央値・90%信用区間)(全県)

年度	令和3年度業務		今年度業務	
平成15	41,787	(31,447～ 57,614)	45,861	(33,837～ 62,627)
平成16	44,089	(33,330～ 60,716)	47,678	(35,555～ 65,303)
平成17	49,908	(38,237～ 67,982)	54,813	(40,637～ 73,906)
平成18	58,267	(44,892～ 78,231)	63,920	(47,648～ 84,568)
平成19	65,553	(51,487～ 86,562)	72,592	(54,675～ 94,170)
平成20	69,822	(56,041～ 91,566)	76,553	(60,561～ 98,105)
平成21	77,262	(61,477～ 101,785)	85,012	(67,354～ 109,183)
平成22	81,588	(65,746～ 107,284)	88,175	(70,071～ 114,297)
平成23	87,441	(70,390～ 114,619)	95,306	(76,267～ 123,087)
平成24	92,106	(74,066～ 121,637)	103,174	(82,143～ 132,156)
平成25	95,999	(76,027～ 127,269)	110,401	(83,930～ 142,131)
平成26	95,477	(74,548～ 128,601)	107,253	(80,218～ 137,113)
平成27	91,950	(70,777～ 125,937)	104,920	(82,255～ 135,985)
平成28	84,747	(65,117～ 118,794)	97,207	(77,746～ 129,945)
平成29	83,359	(63,410～ 117,463)	95,512	(75,822～ 125,000)
平成30	82,705	(61,607～ 117,717)	95,112	(74,890～ 125,281)
令和 1	78,659	(57,641～ 114,980)	90,317	(72,142～ 119,331)
令和 2	74,747	(52,070～ 112,392)	89,718	(71,556～ 119,113)
令和 3			90,921	(71,014～ 120,759)
令和 4			83,034	(64,956～ 112,935)
令和 5			80,590	(61,132～ 111,114)
令和 6			74,845	(54,250～ 107,020)

③ 将来予測

推定された個体数と自然増加率をもとに、捕獲シナリオを設定して個体数の予測を行った。捕獲シナリオは、被害が抑制される密度への誘導することとした。被害が抑制される密度の検討にあたっては、農業や自然植生の被害状況と密度との関係性を分析することが必要であるが、高知県ではこれらのデータが十分に整備されていない。そのため、「特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（ニホンジカ編・平成 27 年度）」で示されたとおり、農林業被害があまり大きくならない密度として平均値で 1～2 頭/km²、自然植生にあまり目立った影響がでない密度は平均値で 3～5 頭/km² 以下を目標とすることとした。具体的には、以下の 2 パターンで将来予測を実施した。

シナリオ A：令和 16 年度に生息密度を 2 頭/km² 以下とする場合

森林面積が 5,938.52 km² のため、全県で 11,877 頭以下を目標とした

シナリオ B：令和 16 年度に生息密度を 5 頭/km² 以下とする場合

森林面積が 5,938.52 km² のため、全県で 29,693 頭以下を目標とした

なお、捕獲率とは捕獲数を捕獲数と個体数の合計で割り、割合として算出したもので、以下の式で表される。

ある年度の捕獲率 = ある年度の捕獲数 / (ある年度の捕獲数+ある年度末の個体数)

各シナリオの予測結果を表 3-4-8～表 3-4-9、図 3-4-4～図 3-4-5 に示す。

シナリオ A：令和 16 年度に生息密度を 2 頭/km² 以下とする場合

令和 16 年度に生息密度を 2 頭/km² 以下とする場合、令和 6 年度現在の捕獲率（0.214）の 1.47 倍の捕獲（0.315）が必要と予測された。

シナリオ B：令和 16 年度に生息密度を 5 頭/km² 以下とする場合

令和 16 年度に生息密度を 5 頭/km² 以下とする場合、令和 5 年度現在の捕獲率（0.214）の 1.15 倍の捕獲（0.246）が必要と予測された。

表 3-4-8 令和 16 年度に生息密度を2頭/km² 以下とする場合の予測個体数(頭)(全県)

推定変数	5%	25%	中央値	75%	95%	生息密度 中央値 (頭/km ²)	捕獲数	捕獲率
個体数 R6	54,250	65,384	74,845	86,154	107,020	12.60	20,374	0.214
個体数 R7	39,761	51,526	61,653	73,826	96,233	10.38	28,268	0.315
個体数 R8	29,189	40,684	50,828	63,406	86,819	8.56	23,334	0.315
個体数 R9	21,461	32,184	42,012	54,557	78,471	7.07	19,307	0.315
個体数 R10	15,796	25,481	34,846	47,071	71,017	5.87	15,995	0.315
個体数 R11	11,660	20,200	28,923	40,603	64,423	4.87	13,279	0.315
個体数 R12	8,590	16,040	24,030	35,136	58,518	4.05	11,036	0.315
個体数 R13	6,340	12,747	19,982	30,440	53,364	3.36	9,176	0.315
個体数 R14	4,679	10,147	16,648	26,373	48,808	2.80	7,643	0.315
個体数 R15	3,460	8,064	13,878	22,914	44,548	2.34	6,364	0.315
個体数 R16	2,558	6,412	11,558	19,917	40,726	1.95	5,305	0.315

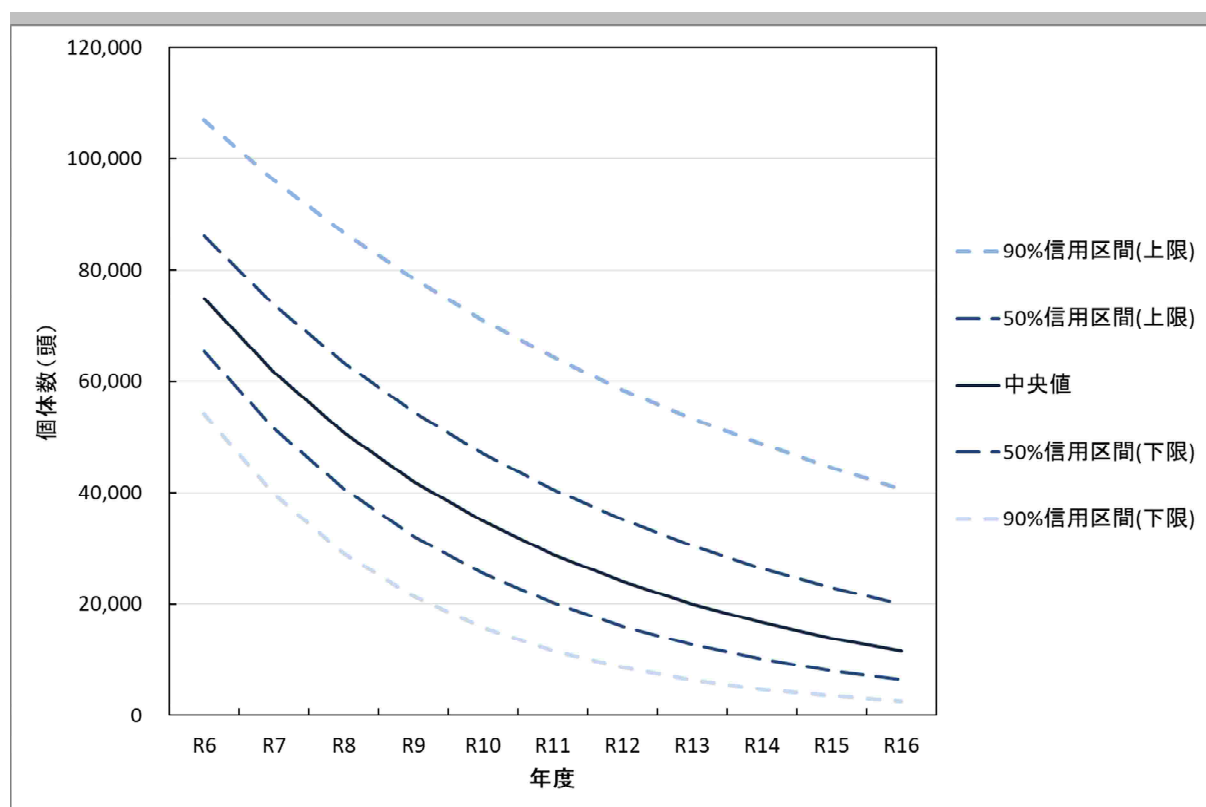


図 3-4-4 令和 16 年度に生息密度を2頭/km² 以下とする場合の予測個体数(全県)

表 3-4-9 令和 16 年度に生息密度を5頭/km² 以下とする場合の予測個体数(頭)(全県)

推定変数	5%	25%	中央値	75%	95%	生息密度 中央値 (頭/km ²)	捕獲数	捕獲率
個体数 R6	54,250	65,384	74,845	86,154	107,020	12.60	20,374	0.214
個体数 R7	45,575	57,542	67,814	80,098	102,644	11.42	22,114	0.246
個体数 R8	38,256	50,674	61,375	74,532	98,751	10.34	20,052	0.246
個体数 R9	32,169	44,684	55,797	69,464	94,989	9.40	18,204	0.246
個体数 R10	27,065	39,442	50,729	64,853	91,534	8.54	16,546	0.246
個体数 R11	22,785	34,828	46,177	60,566	88,585	7.78	15,069	0.246
個体数 R12	19,231	30,808	42,031	56,700	85,782	7.08	13,726	0.246
個体数 R13	16,195	27,231	38,314	53,108	83,105	6.45	12,516	0.246
個体数 R14	13,670	24,113	34,960	49,782	80,444	5.89	11,423	0.246
個体数 R15	11,533	21,398	31,911	46,605	77,882	5.37	10,425	0.246
個体数 R16	9,706	18,964	29,137	43,708	75,494	4.91	9,519	0.246

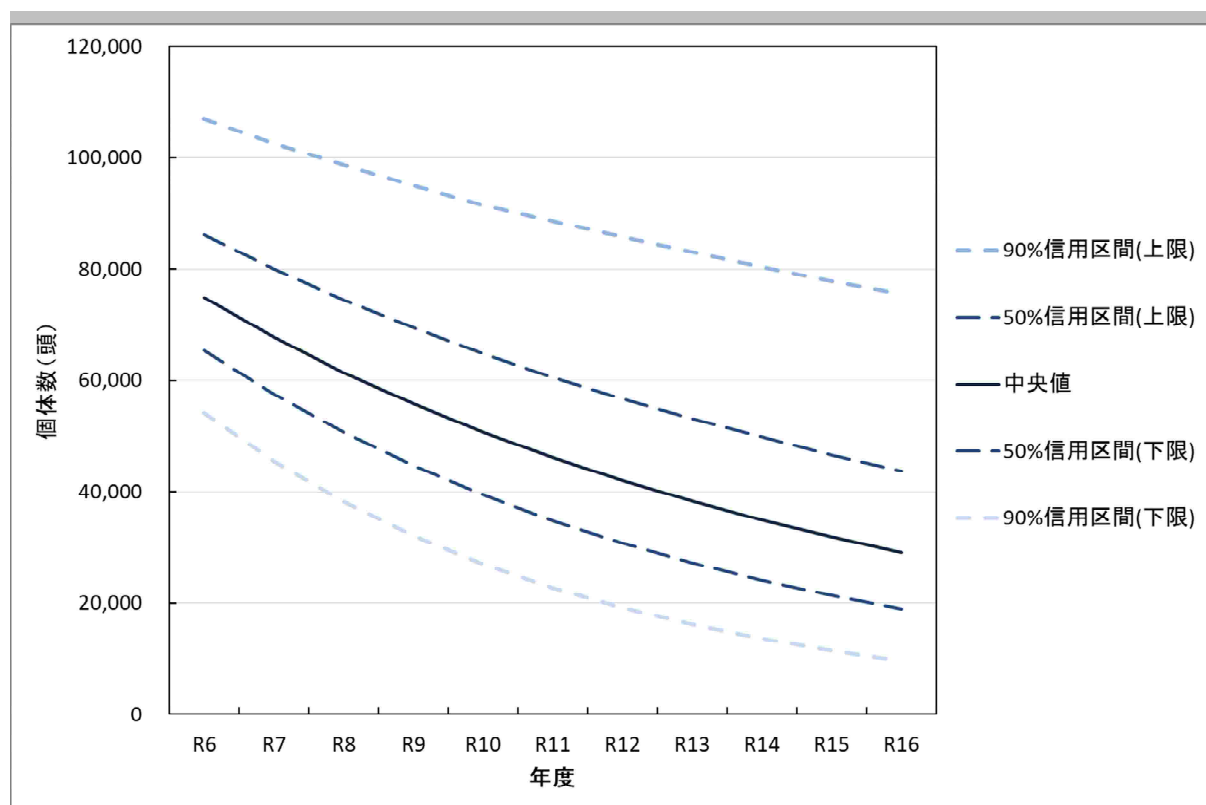


図 3-4-5 令和 16 年度に生息密度を5頭/km² 以下とする場合の予測個体数(全県)

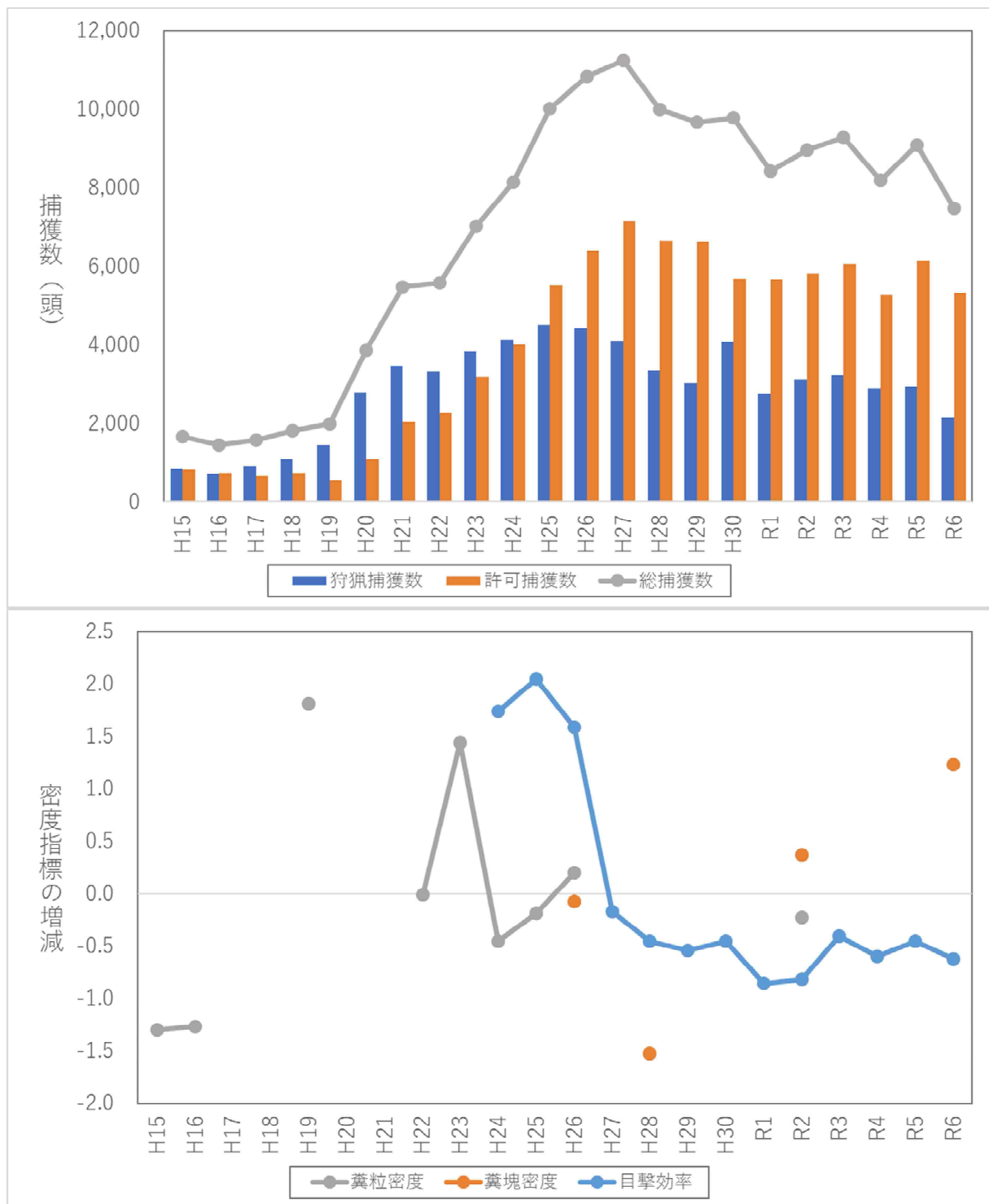


図 3-5-1 捕獲数と密度指標の経年変化(A 管理ユニット)
※糞粒密度、糞塊密度、目撃効率は相対値を示す

(5) 市町村別の推定結果

① 推定方法

令和6年度の全県での推定値を、推定に使用した密度指標（狩猟捕獲数、許可捕獲数、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率）と推定された比例係数を用いて市町村別に按分した。

② 推定結果

市町村別の推定個体数の結果を、図3-7-1及び表3-7-1に示した。A管理ユニット及びC管理ユニットの市町村では、全体的に個体数が多いと推定された。最も多く推定されたのは大豊町で、全体の11%にあたる8,520頭が生息していると推定された。ついで、香美市、四万十市、室戸市、四万十町の順に個体数が多いと推定され、いずれも5,000頭以上のニホンジカが生息していると推定された。

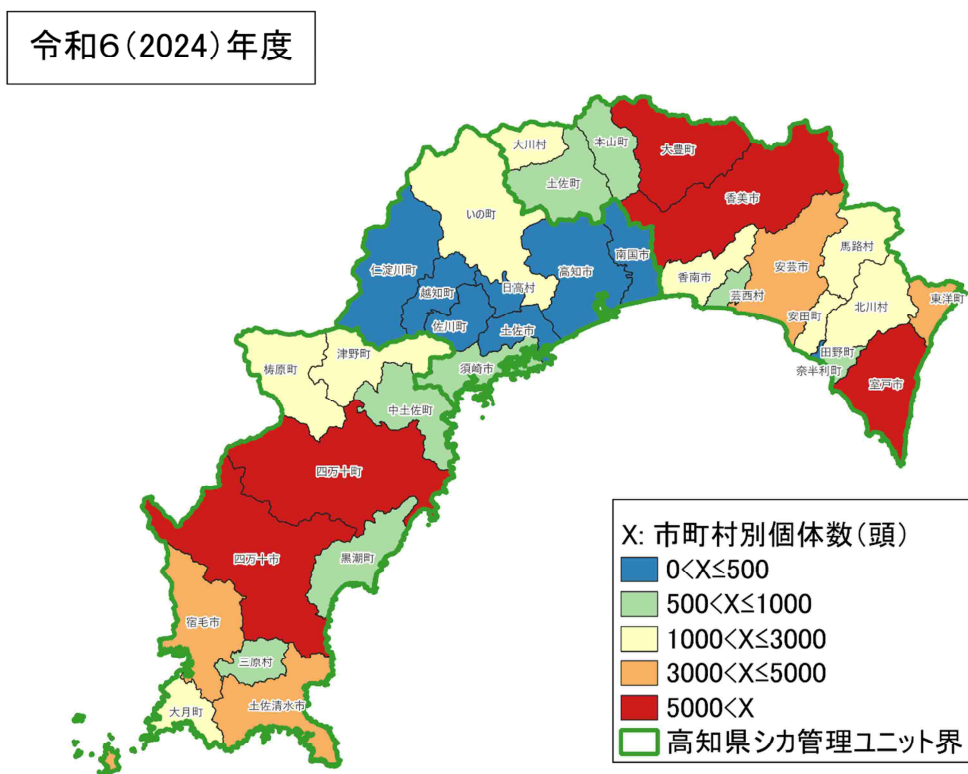


図 3-7-1 市町村別の令和6年度の推定生息数(中央値)

図 3-7-1 市町村別の令和6年度の推定生息数

市町村	90%信用区間 (下限)	50%信用区間 (下限)	中央値	50%信用区間 (上限)	90%信用区間 (上限)
高知市	211	256	292	336	417
室戸市	4,938	5,996	6,865	7,900	9,816
安芸市	2,846	3,441	3,935	4,525	5,607
南国市	177	217	253	293	368
土佐市	29	47	66	88	129
須崎市	372	443	504	578	713
宿毛市	2,338	2,790	3,174	3,639	4,498
土佐清水市	2,458	2,937	3,355	3,858	4,790
四万十市	5,444	6,489	7,380	8,458	10,437
香南市	813	971	1,104	1,263	1,558
香美市	5,893	7,064	8,049	9,224	11,353
東洋町	3,495	4,224	4,859	5,633	7,029
奈半利町	501	623	726	848	1,072
田野町	122	148	169	194	240
安田町	727	915	1,076	1,260	1,619
北川村	1,514	1,836	2,116	2,454	3,065
馬路村	1,156	1,488	1,779	2,122	2,785
芸西村	651	776	883	1,010	1,248
本山町	673	823	947	1,090	1,361
大豊町	6,274	7,489	8,520	9,743	12,026
土佐町	675	806	917	1,052	1,302
大川村	1,247	1,487	1,695	1,937	2,386
いの町	1,178	1,408	1,600	1,832	2,258
仁淀川町	356	432	497	577	720
中土佐町	599	741	861	997	1,256
佐川町	44	61	74	89	116
越知町	57	70	82	95	120
梶原町	1,704	2,130	2,490	2,910	3,690
日高村	2	3	4	5	6
津野町	1,295	1,560	1,792	2,070	2,575
四万十町	4,006	4,781	5,441	6,247	7,728
大月町	1,281	1,530	1,740	1,990	2,457
三原村	542	646	736	843	1,041
黒潮町	632	756	864	994	1,234

(6) メッシュ別の推定結果

① 推定方法

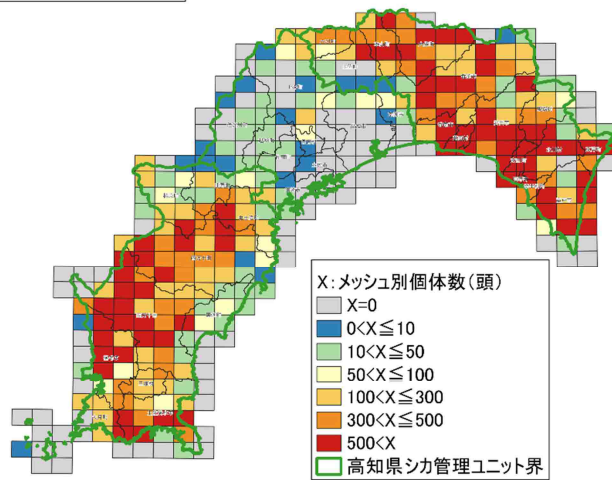
令和6年度の全県での推定値を、推定に使用した密度指標（狩猟捕獲数、許可捕獲数、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率）と推定された比例係数を用いてメッシュ別に按分した。

② 推定結果

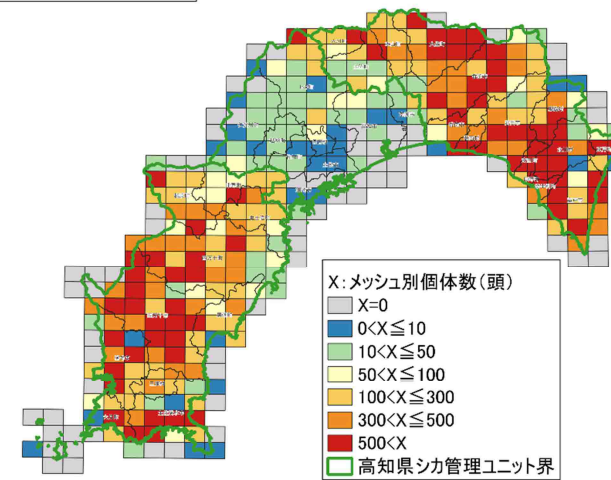
メッシュ別の推定個体数は、A管理ユニット及びC管理ユニットのメッシュで全体的に個体数が多いと推定された。令和2年度から令和6年度において、500頭より多くのニホンジカが生息していると推定されたメッシュ数は、令和2年度では70メッシュ、令和3年度では68メッシュ、令和4年度では60メッシュ、令和5年度では52メッシュ、令和6年度では46メッシュであり、そのメッシュ数は令和2年度から令和6年度にかけて減少した（図3-7-2，図3-7-3）。

令和2年度と比較して令和6年度に個体数が増加したメッシュは115メッシュあり、さらに増加率が100%を上回るメッシュは67メッシュあった。これらのメッシュは県全域に見られたが、特にB管理ユニット及び隣接する梶原町、津野町、中土佐町で多く確認された（図3-7-4）。

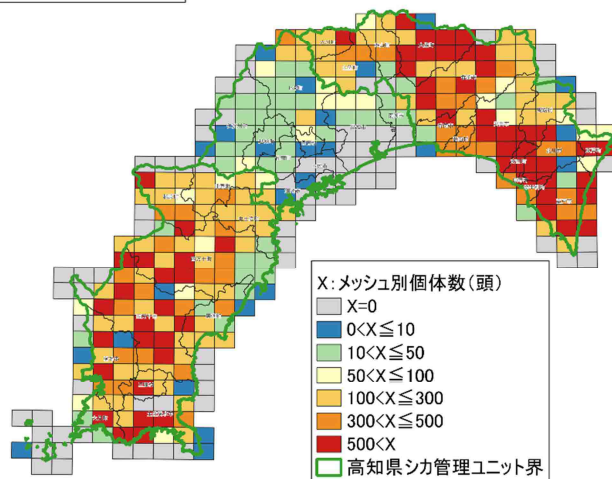
令和2(2020)年度



令和3(2021)年度



令和4(2022)年度



令和5(2023)年度

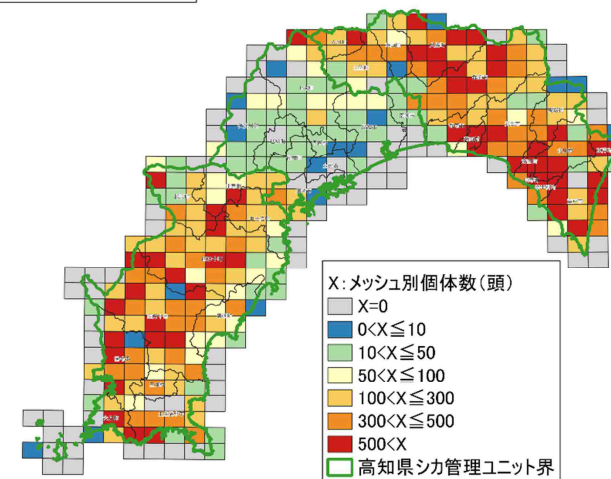


図 3-7-2 メッシュ別推定個体数の中央値(令和2年度～令和5年度)

令和6(2024)年度

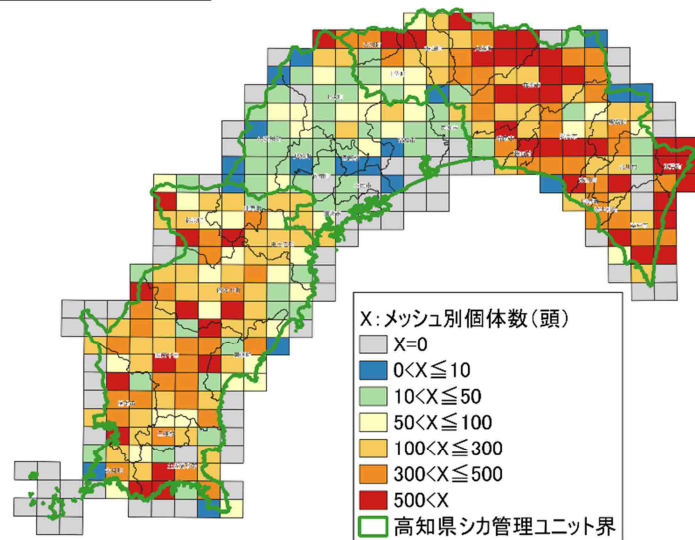


図 3-7-3 メッシュ別推定個体数の中央値(令和6年度)

令和2年度と比較した
令和6年度の個体数増加率

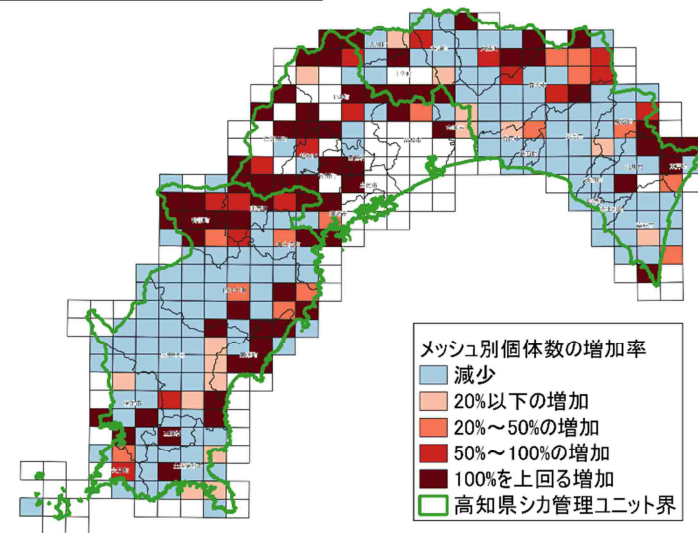


図 3-7-4 令和2年度と比較した令和6年度の個体数の増加率

(7) 今後の推定方法の検討

① 検討内容

これまでの個体数推定においては、密度指標として狩猟捕獲数、許可捕獲数、糞粒密度、糞塊密度、銃猟出猟時の目撃効率のデータを使用してきた。ただし、高知県では銃猟だけでなくわな猟が広く行われているため、わな猟時に収集されるデータの活用について検討する必要がある。また、全国的に許可捕獲に力が入れるようになってきており、狩猟と許可捕獲がそれぞれ独立した関係ではなくなっている傾向にある。その場合、狩猟捕獲数と許可捕獲数を分けて密度指標として使用するのではなく、総捕獲数を使用する方が望ましい場合もある。

以上を踏まえ、以下のとおり推定に使用するデータ（密度指標）を変更して、推定を行った（表 3-9-1）。

表 3-9-1 使用するデータの違い

推定方法	推定に使用するデータ
方法 A(従来の方法)	狩猟捕獲数・許可捕獲数・糞粒密度・糞塊密度・目撃効率
方法 B	狩猟捕獲数・許可捕獲数・糞粒密度・糞塊密度・目撃効率・わな捕獲効率
方法 C	総捕獲数・糞粒密度・糞塊密度・目撃効率

② 検討に使用したデータ

検討に使用したデータを、表 3-9-2 に示す。方法 B では、表 3-4-1 で示したデータに加え、わなの設置記録と捕獲記録から、わな猟における捕獲効率を分析して活用した。わな捕獲効率のデータは 2 年分のみであり、令和 5 年度から令和 6 年度にかけて減少していた。方法 C では、狩猟捕獲数と許可捕獲数を分けずに総捕獲数として密度指標に使用した。

表 3-9-2 使用するデータの違い

年度	総捕獲数 (頭)	狩猟 捕獲数 (頭)	有害 捕獲数 (頭)	糞粒密度 (粒/m ²)	糞塊密度 (/km)	目撃効率 (頭/人・ 日)	わな捕獲 効率 (頭/100 わな日)
平成 15	2,934	1,579	1,355	0.789			
平成 16	2,731	1,353	1,378	0.170			
平成 17	3,024	1,724	1,300				
平成 18	3,654	2,096	1,558				
平成 19	4,710	2,953	1,757	1.802			
平成 20	8,395	4,956	3,439				
平成 21	11,361	6,871	4,490				
平成 22	11,364	6,541	4,823	0.916			
平成 23	13,468	6,889	6,579	1.887			
平成 24	15,845	7,697	8,148	0.613		0.742	
平成 25	19,093	8,088	11,005	0.721		0.806	
平成 26	21,124	8,266	12,858	0.951	6.237	1.016	
平成 27	20,556	7,388	13,168			0.591	
平成 28	19,554	6,788	12,766		6.113	0.480	
平成 29	19,079	6,172	12,907			0.503	
平成 30	19,871	8,006	11,865			0.541	
令和1	19,414	6,690	12,724			0.501	
令和2	20,286	7,238	13,048	1.016	12.208	0.449	
令和3	20,966	7,507	13,459			0.619	
令和4	20,561	7,041	13,520			0.389	
令和5	21,770	7,294	14,476			0.446	0.199
令和6	20,374	6,783	13,591		11.917	0.388	0.120

③ 推定結果の比較

方法ごとの推定結果を比較したところ、推定個体数の増減傾向はいずれも変わりなく、平成 15 年度から平成 25 年度にかけて増加し、平成 26 年度以降は令和 6 年度にかけて減少傾向を示していた（表 3-9-3、図 3-9-1）。

ただし、推定個体数の中央値は、わな捕獲効率を追加した場合が最も低く、令和 6 年度で 71,316 頭（90%信用区間では、51,734 頭～102,574 頭）と推定された。方法 A（従来の方法）では 74,845 頭（90%信用区間では、54,250 頭～107,020 頭）、総捕獲数を使用した場合は 84,164 頭（90%信用区間では、57,962 頭～133,710 頭）と推定された。

推定個体数が異なる理由

これらの結果の違いが生じた要因は、推定に使用したデータの傾向によるものと考えられる。まず、方法 A（従来の方法）と方法 B（わな捕獲効率を追加）の違いは、わな捕獲効率データの使用有無である。わな捕獲効率のデータは、令和 5 年度から令和 6 年度にかけて減少傾向を示しているため、このデータが加わったことにより個体数が若干下方修正されたと考えられる。

次に、方法 A（従来の方法）と方法 C（総捕獲数を使用）の違いは、狩猟と許可捕獲を分けて使用するか、総捕獲数としてまとめて使用するかである。総捕獲数、狩猟捕獲数、許可捕獲数ともに、平成 26 年度をピークに横ばい傾向であることには変わらない。ただし、総捕獲数や許可捕獲数に比べると、狩猟捕獲数は若干減少傾向が大きいいため、狩猟捕獲数と許可捕獲数を分けた場合には、このデータが反映されて個体数が低く推定されたと考えられる。

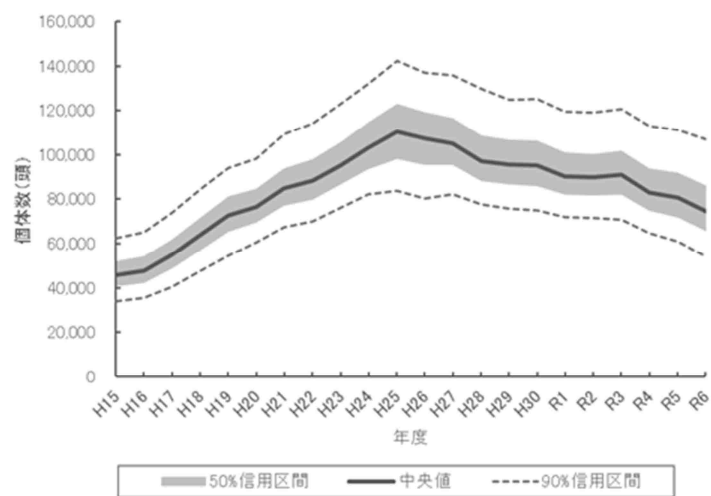
採用する推定方法について

わな猟捕獲効率については、2 年分しかデータがない。そのため、令和 5 年度から令和 6 年度にかけての減少が、誤差によるものなのか、ニホンジカの減少傾向を反映しているためなのかを判断することができない。そのため、3 年以上（可能であれば 5 年程度）のデータが蓄積されてから推定に使用するのが望ましいと考えられる。

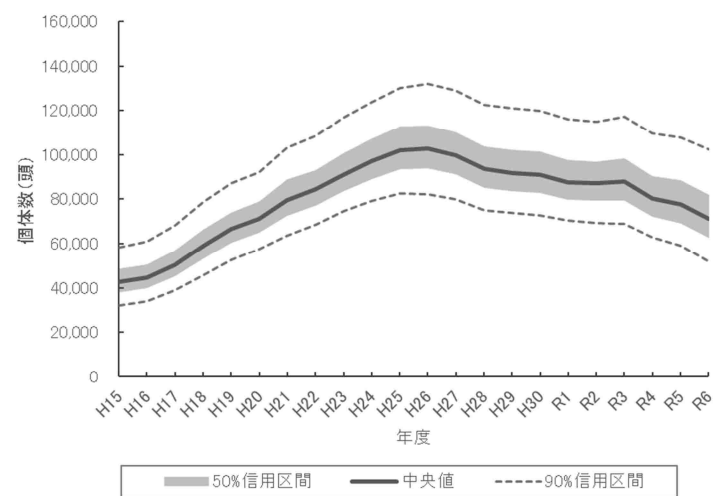
捕獲数の取り扱いについては、当初は狩猟と許可捕獲は時期や目的が明確に異なっており、それぞれを独立した指標として扱うことが妥当であった。しかし近年では、狩猟期間や許可捕獲期間の延長化や、猟期での報償費の導入などが行われている。狩猟は単に趣味としての捕獲ではなく、許可捕獲のように個体数を低減する目的を持つようになってきている。また、捕獲に従事する人も共通しており、許可捕獲が多く求められるようになってきていることから、捕獲従事者の努力量が狩猟ではなく許可捕獲に多く割かれるようになってきている可能性もある。高知県においても、平成 15 年度には概ね半数（2,934 頭のうち 1,579 頭）が狩猟による捕獲数だったのに対し、令和 6 年度には 1/3 程度（20,374 頭のうち 6,783 頭）に低下しており、捕獲の内訳に変化が見られる。これは、許可捕獲に力を入れるようになったことに加え、捕獲努力量の変化を反映している可能性がある。このように、狩猟と許可捕獲が独立した関係でない場合、狩猟と許可捕獲を独立した指標として使用することは、個体数の過小評価や過大評価につながるリスクがある。そのため、推定方法の見直しを行うことを提案する。

表 3-9-3 方法ごとの推定結果の比較

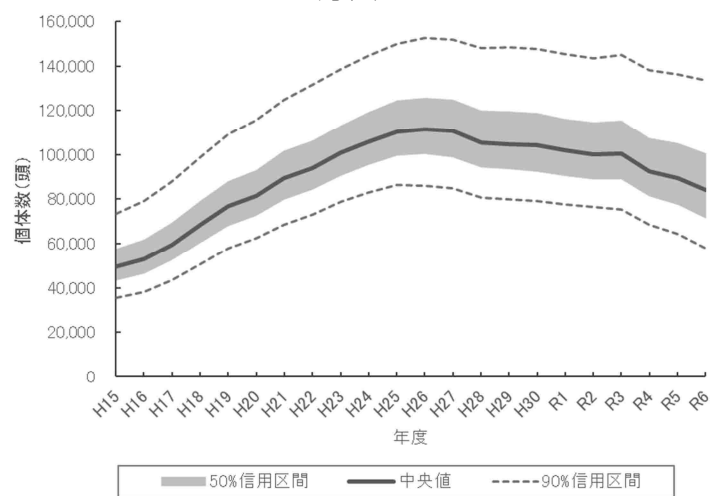
年度	方法A（従来の方法）		方法B（わな捕獲効率追加）		方法C（総捕獲数を使用）	
平成15	45,861	(33,837～ 62,627)	42,781	(32,273～ 58,177)	49,470	(35,571～ 73,657)
平成16	47,678	(35,555～ 65,303)	44,635	(33,968～ 60,886)	53,019	(38,370～ 79,402)
平成17	54,813	(40,637～ 73,906)	50,531	(39,006～ 68,232)	59,647	(43,657～ 87,786)
平成18	63,920	(47,648～ 84,568)	58,998	(45,936～ 78,840)	68,518	(50,840～ 99,170)
平成19	72,592	(54,675～ 94,170)	66,686	(52,690～ 87,036)	76,813	(58,010～ 109,313)
平成20	76,553	(60,561～ 98,105)	71,139	(57,501～ 92,117)	81,581	(62,511～ 115,571)
平成21	85,012	(67,354～ 109,183)	79,706	(63,791～ 103,242)	89,485	(68,646～ 124,816)
平成22	88,175	(70,071～ 114,297)	84,478	(68,662～ 108,557)	94,049	(73,109～ 131,498)
平成23	95,306	(76,267～ 123,087)	91,194	(74,479～ 116,715)	100,696	(78,674～ 138,599)
平成24	103,174	(82,143～ 132,156)	97,075	(79,306～ 123,600)	105,928	(83,096～ 144,667)
平成25	110,401	(83,930～ 142,131)	102,001	(82,726～ 130,150)	110,436	(86,294～ 149,982)
平成26	107,253	(80,218～ 137,113)	102,612	(82,167～ 131,905)	111,641	(86,244～ 152,533)
平成27	104,920	(82,255～ 135,985)	99,674	(80,155～ 128,921)	110,686	(84,914～ 151,730)
平成28	97,207	(77,746～ 129,945)	93,538	(75,069～ 122,641)	105,595	(80,667～ 148,103)
平成29	95,512	(75,822～ 125,000)	91,625	(73,804～ 120,970)	104,870	(80,064～ 148,231)
平成30	95,112	(74,890～ 125,281)	91,151	(72,886～ 119,762)	104,273	(79,193～ 147,610)
令和 1	90,317	(72,142～ 119,331)	87,687	(70,468～ 115,990)	101,874	(77,696～ 145,271)
令和 2	89,718	(71,556～ 119,113)	87,096	(69,501～ 114,871)	100,003	(76,408～ 143,352)
令和 3	90,921	(71,014～ 120,759)	87,997	(68,796～ 117,089)	100,420	(75,383～ 144,786)
令和 4	83,034	(64,956～ 112,935)	80,246	(62,894～ 109,676)	92,416	(68,619～ 138,000)
令和 5	80,590	(61,132～ 111,114)	77,714	(59,113～ 107,635)	89,432	(64,402～ 136,041)
令和 6	74,845	(54,250～ 107,020)	71,316	(51,734～ 102,574)	84,164	(57,962～ 133,710)



方法 A



方法 B



方法 C

図 3-9-1 方法ごとの推定結果の比較

巻末資料 1 推定する変数と内容、事前分布の設定

巻末表 1－1 推定する変数とその内容

推定変数名	変数の説明
内的自然増加率 (intrinsic_growth_rate)	密度効果を考慮しない場合の前年の個体数に対する増減の比率を示す。事前分布では、内的自然増加率が 0.9～1.5 の範囲に収まるようにした。また、この形状は正規分布のように平均値の確率が最も高くなる形ではなく、平均値付近の確率がほぼ同確率になる台形のような形状である。これにより、自然増加率の範囲を限定できると共に、平均値周辺の確率が極端に高くなるのを防ぐことができる。
環境収容力の対数 (log_carrying_capacity)	1 km ² あたりに生息可能な個体数の最大値である環境収容力の自然対数値。事前分布は、「平成 28 年度イノシシ及びニホンジカの個体数推定業務」を参考に設定した。
令和 2 年度末の個体数の対数 (log_benchmark_N)	令和 2 年度末の個体数の自然対数値。事前分布はシカ個体数調査委託業務（令和 3 年度）の事後分布の平均と分散から設定した。
狩猟係数の対数 (log_ryo)	生息密度と狩猟捕獲数の比率を示す係数の対数。事前分布では、事前の情報がほとんど存在しないので、期待値 0・分散 100 の正規分布を設定した。
有害捕獲係数の対数 (log_yugai)	生息密度と有害捕獲数の比率を示す係数の対数。事前分布では、事前の情報がほとんど存在しないので、期待値 0・分散 100 の正規分布を設定した。
目撃係数の対数 (log_spue)	生息密度と目撃効率の比率を示す係数の対数。事前分布では、事前の情報がほとんど存在しないので、期待値 0・分散 100 の正規分布を設定した。
糞粒係数の対数 (log_funryu)	生息密度と糞粒密度の比率を示す係数。事前分布では、事前の情報がほとんど存在しないので、期待値 0・分散 100 の正規分布を設定した。
糞塊係数の対数 (log_funkai)	生息密度と糞塊密度の比率を示す係数。事前分布では、事前の情報がほとんど存在しないので、期待値 0・分散 100 の正規分布を設定した。
狩猟係数の年変動 (ran_ryo)	狩猟係数の年変動。年による狩猟係数の変動として推定する。事前分布は平均 0、分散が狩猟係数の年変動の分散となる正規分布に設定した。
有害捕獲係数の年変動 (ran_yugai)	有害捕獲係数の年変動。年による有害捕獲係数の変動として推定する。事前分布は平均 0、分散が有害捕獲係数の年変動の分散となる正規分布に設定した。
目撃係数の年変動 (ran_spue)	目撃係数の年変動。年による目撃係数の変動として推定する。事前分布は平均 0、分散が目撃係数の年変動の分散となる正規分布に設定した。
狩猟係数の年変動の分散 (v_ryo)	狩猟係数の年変動の誤差。年による狩猟係数の誤差変動を示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。

推定変数名	変数の説明
有害捕獲係数の年変動の分散 (v_yugai)	有害捕獲係数の年変動の誤差。年による有害捕獲係数の誤差変動を示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
目撃係数の年変動の分散 (v_spue)	目撃係数の年変動の誤差。年による目撃係数の誤差変動を示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
狩猟係数の分散 (sdv_ryu)	生息密度と狩猟捕獲数の比率を示す係数の期待値からの誤差分散。観測モデルで示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
有害捕獲係数の分散 (sdv_yugai)	生息密度と有害捕獲数の比率を示す係数の期待値からの誤差分散。観測モデルで示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
目撃係数の分散 (sdv_spue)	生息密度と目撃効率の比率を示す係数の期待値からの誤差分散。観測モデルで示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
糞粒係数の分散 (sdv_funryu)	生息密度と糞粒密度の比率を示す係数の期待値からの誤差分散。観測モデルで示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。
糞塊係数の分散 (sdv_funkai)	生息密度と糞塊密度の比率を示す係数の期待値からの誤差分散。観測モデルで示す確率分布の分散として推定する。事前分布は、形状母数・尺度母数ともに 0.01 の逆ガンマ分布を設定した。

巻末表 1－2 推定した変数とその初期値および事前分布※ 1

正規分布は(期待値, 分散)を、逆ガンマ分布は(形状母数, 尺度母数)を示す

推定した変数	初期値	事前分布
内的自然増加率（毎年推計）	1.2	調整一般化正規分布により設定 ※ 2
環境収容力（対数）	4.7207	正規分布(4.7207, 1.0)
基準年個体数（対数）	全県：11.2219	全県：正規分布(11.2219, 0.2783)
※令和2（2020）年が基準年	A ユニット：9.9062	A ユニット：正規分布(9.9062, 0.3024)
	C ユニット：10.6339	C ユニット：正規分布(10.6339, 0.3222)
密度指標係数（対数）	0	正規分布(0, 100)
密度指標の分散	0.1	逆ガンマ分布(0.01, 0.01)

※1過去の文献や経験に基づき、値の範囲や各値の起こりやすさを設定するものを事前分布という。

※2 不適切な値のサンプリングや期待値周辺の確率が極端に高くなるのを防ぐため、内的自然増加率の事前分布は調整一般化正規分布(特許第 5992369 号)を用いた。値の設定は、下限: 0.9、上限: 1.5、変曲点下: 1.05、変曲点上: 1.35、尖度: 0.5 とした。

巻末資料2 個体数推定モデルの詳細

過程モデル

個体群動態の過程モデルは以下の通りとする。

個体数は令和2（2020）年度末の個体数を起点とし、

令和2（2020）年度から令和6（2024）年度への個体数は、

$$\begin{aligned} N[i+1] &= \text{intrinsic_growth_rate} \times N[i] \div (1 + \beta \times N[i]) - \text{culled_all}[i+1]) \\ \beta &= (\text{intrinsic_growth_rate} - 1) \div (\text{carrying_capacity} \times \text{forest_area}[i]) \\ (i &= R2, R3 \cdots R5) \end{aligned}$$

令和2（2020）年度から平成15（2003）年度への個体数は、

$$\begin{aligned} N[i-1] &= (\text{culled_T}[i] + N[i]) \div (\text{intrinsic_growth_rate} - \beta[i-1] \times (\text{culled_all}[i] + N[i])) \\ \beta &= (\text{intrinsic_growth_rate} - 1) \div (\text{carrying_capacity} \times \text{forest_area}[i-1]) \\ (i &= H20, H21 \cdots R2) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで $N[i]$ は i 年の年度末の個体数の推定値、 $\text{intrinsic_growth_rate}[i]$ は i 年の内的自然増加率、 $\text{culled_all}[i]$ は i 年度の捕獲数合計、 carrying_capacity は環境収容力、 $\text{forest_area}[i]$ は i 年度の森林面積を表す。

観測モデル

狩猟捕獲数と個体数との関係を規定する観測モデル

i 年度の捕獲数と個体数の関係を、

$$\begin{aligned} \log(\text{cull}[i]) \\ = \log(\text{cull_rate}[i] \times (N[i] + 0.5 \times \text{culled_all}[i])) + \text{sdv_cull}) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで、 $\text{cull}[i]$ は、 i 年度の捕獲数、 $\text{cull_rate}[i]$ は i 年度の捕獲係数、 sdv_cull は捕獲数や報告数等のデータの誤差を示す。

また、 $\text{cull_rate}[i]$ は、年ごとに独立して変動するのではなく、年を経るにつれて徐々に変動するものとし、

$$\text{cull_rate}[i+1] = \text{cull_rate}[i] + \text{ran_cull}[i]$$

のように変化すると仮定した。

ここで、 $\text{ran_cull}[i]$ は、 i 年度の捕獲係数の変動を示す。

捕獲数と個体数との関係を規定する観測モデル

i 年度の捕獲数と個体数の関係を、

$$\begin{aligned} & \log(\text{cull}[i]) \\ &= \log(\text{cull_rate}[i] \times (N[i] + 0.5 \times \text{culled_all}[i]) + \text{sdv_cull}) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで、 $\text{cull}[i]$ は、i 年度の捕獲数、 $\text{cull_rate}[i]$ は i 年度の捕獲係数、 sdv_cull は捕獲数や報告数等のデータの誤差を示す。

また、 $\text{cull_rate}[i]$ は、年ごとに独立して変動するのではなく、年を経るにつれて徐々に変動するものとし、

$$\text{cull_rate}[i+1] = \text{cull_rate}[i] + \text{ran_cull}[i]$$

のように変化すると仮定した。

ここで、 $\text{ran_cull}[i]$ は、i 年度の捕獲係数の変動を示す。

糞粒密度と個体数との関係を規定する観測モデル（対馬市のみ）

$$\begin{aligned} & \log(\text{funryu}[i]) \\ &= \log(\text{funryu_rate} \times (N[i] + 0.5 \times \text{culled_all}[i]) \div \text{forest_area}[i]) + \text{sdv_funryu}) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで、 $\text{funryu}[i]$ は、i 年度の糞粒密度、 funryu_rate は毎年変動しない糞粒係数、 sdv_funryu は調査中の糞粒数や報告数等のデータの誤差を示す。

糞塊密度と個体数との関係を規定する観測モデル

$$\begin{aligned} & \log(\text{funkai}[i]) \\ &= \log(\text{funkai_rate} \times (N[i] + 0.5 \times \text{culled_all}[i]) \div \text{forest_area}[i]) + \text{sdv_funkai}) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで、 $\text{funkai}[i]$ は、i 年度の糞塊密度、 funkai_rate は毎年変動しない糞塊係数、 sdv_funkai は調査中の糞塊数や報告数等のデータの誤差を示す。

目撃効率と個体数との関係を規定する観測モデル

i 年度の見撃効率と個体数の関係を、

$$\begin{aligned} & \log(\text{spue}[i]) \\ &= \log(\text{spue_rate}[i] \times (N[i] + 0.5 \times \text{culled_all}[i]) \div \text{forest_area}[i]) + \text{sdv_spue}) \end{aligned}$$

のように計算する。

ここで、 $\text{spue}[i]$ は、i 年度の見撃効率、 $\text{spue_rate}[i]$ は i 年度の見撃効率係数、 sdv_spue は見撃数や報告数等のデータの誤差を示す。

また、`spue_rate[i]`は、年ごとに独立して変動するのではなく、年を経るにつれて徐々に変動するものとし、

$$\text{spue_rate}[i+1] = \text{spue_rate}[i] + \text{ran_spue}[i]$$

のように変化すると仮定した。

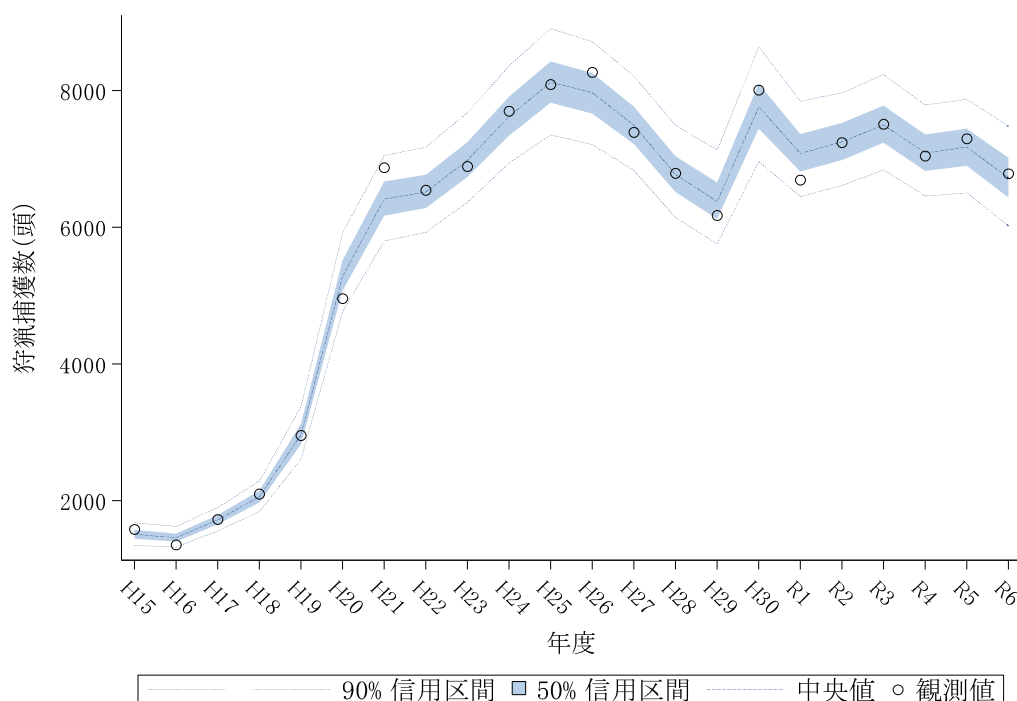
ここで、`ran_spue[i]`は、*i* 年度の目撃効率係数の変動を示す。

巻末資料3 推定結果の詳細

(1) 全県の推定結果

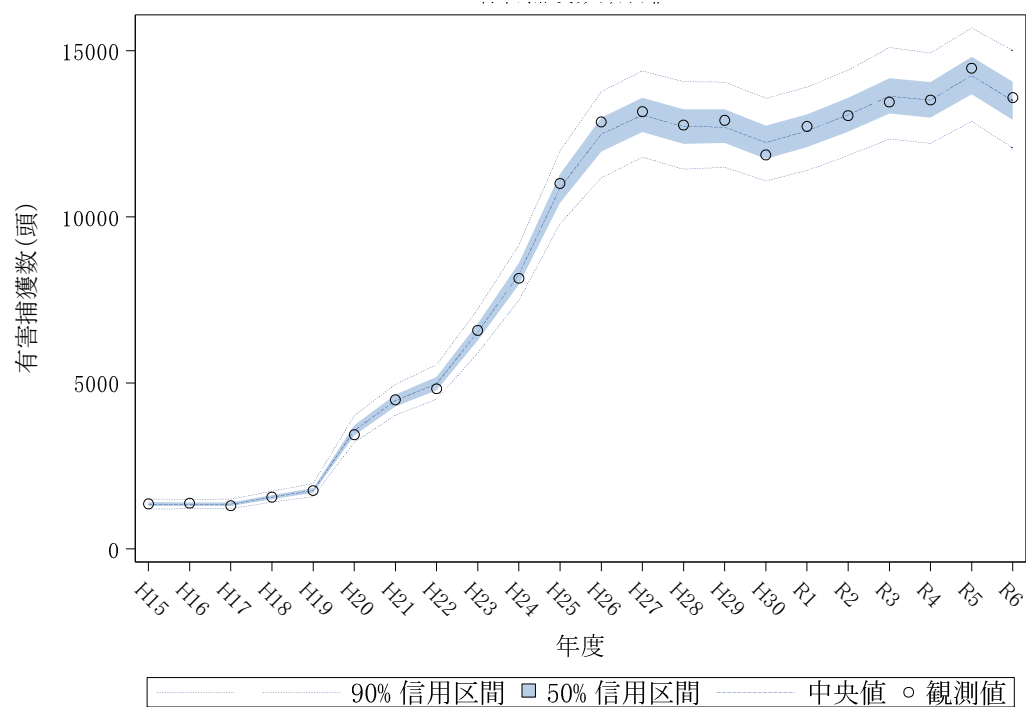
①密度指標データの観測値と期待値の関係

- ・ 得られたデータの観測値と期待値との関係を巻末図 3-1-1～巻末図 3-1-5 に示した。
- ・ 狩猟捕獲数と有害捕獲数は得られたデータと期待値との当てはまりが良く、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率は得られたデータと期待値との当てはまりが良くなかった。
- ・ 得られたデータと、解析により得られた推定値の範囲（期待値）との関係、観測時の誤差の大きさを示すことで、推定結果に強い影響を与えているデータがわかり、今回の推定結果では、狩猟捕獲数と有害捕獲数は糞粒密度、糞塊密度、目撃効率に比べて推定結果に強い影響を与えていた。
- ・ 糞粒密度や糞塊密度、目撃効率は狩猟捕獲数や有害捕獲数に比べて調査年数が少なく、調査時の誤差も大きいため、このような結果になったと考えられる。例えば、糞粒は調査時期や天候などにより残存率が大きく左右されることがわかっており（岩本ほか 2000、佐藤ほか 2001 など）、調査時の誤差が大きい指標である。また、目撃効率を算出している高知県の出猟カレンダーは、平成 26 年度に様式が変更、平成 27 年度は集計方法が変更され、さらにカレンダーの回収率も低いため、これらも誤差に影響を与える要因になっていると考えられる。

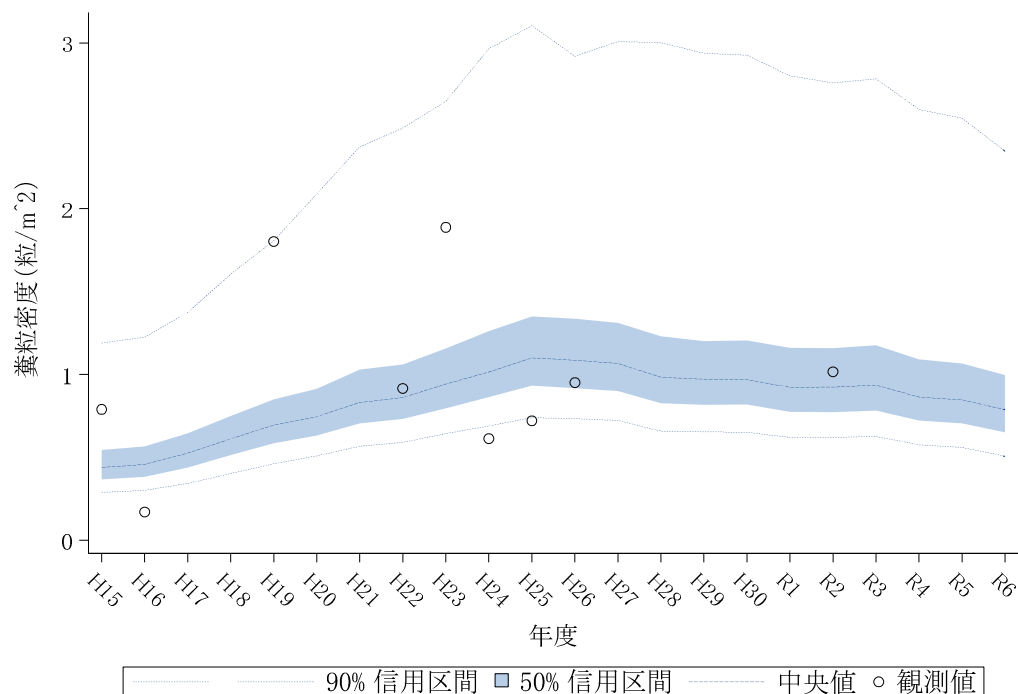


巻末図 3-1-1 狩猟捕獲数の観測値と期待値の関係

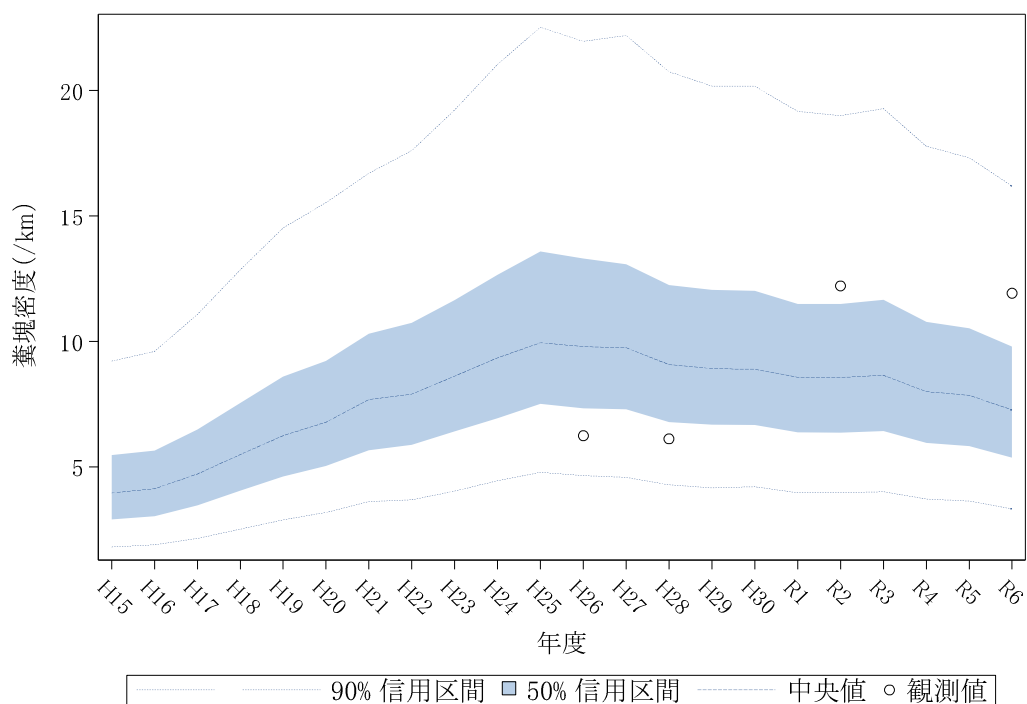
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-1-2 有害捕獲数の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

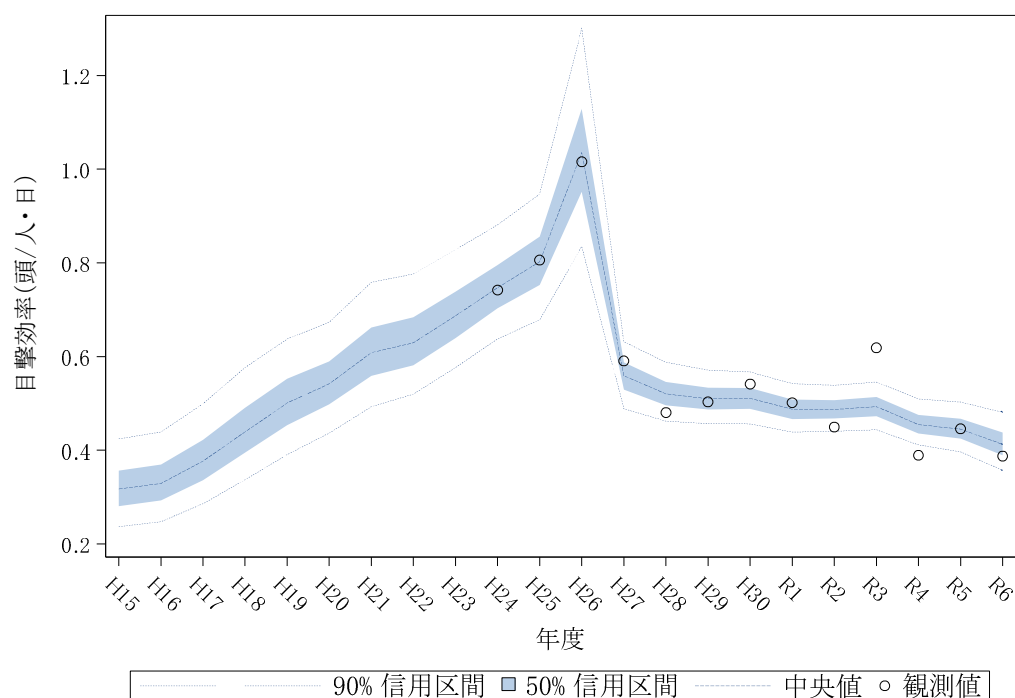


巻末図 3-1-3 糞粒密度の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-1-4 糞塊密度の観測値と期待値の関係

中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

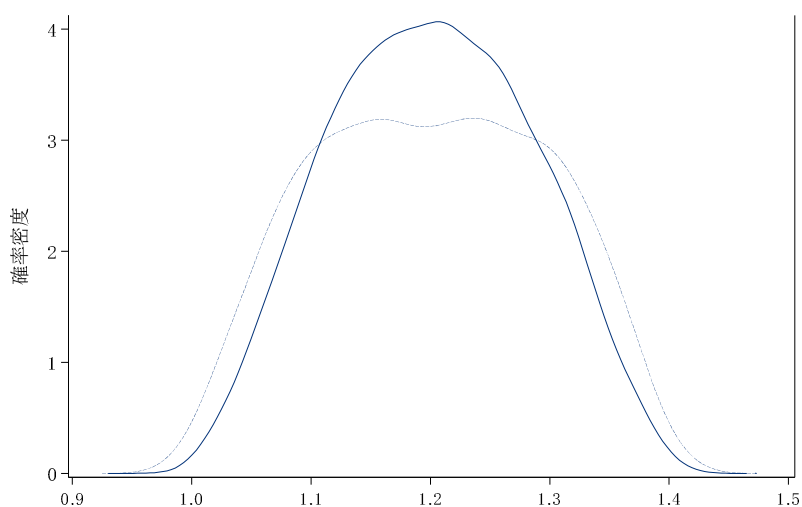


巻末図 3-1-5 目撃効率の観測値と期待値の関係

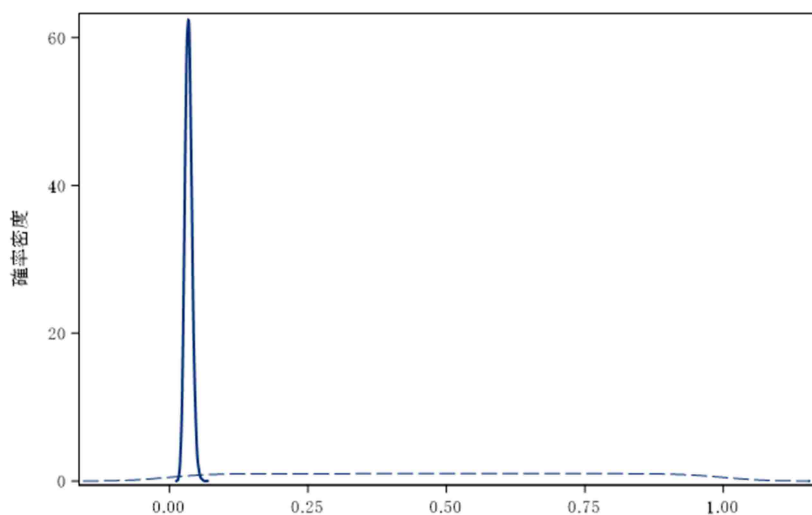
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

②推定変数の事前分布と事後分布

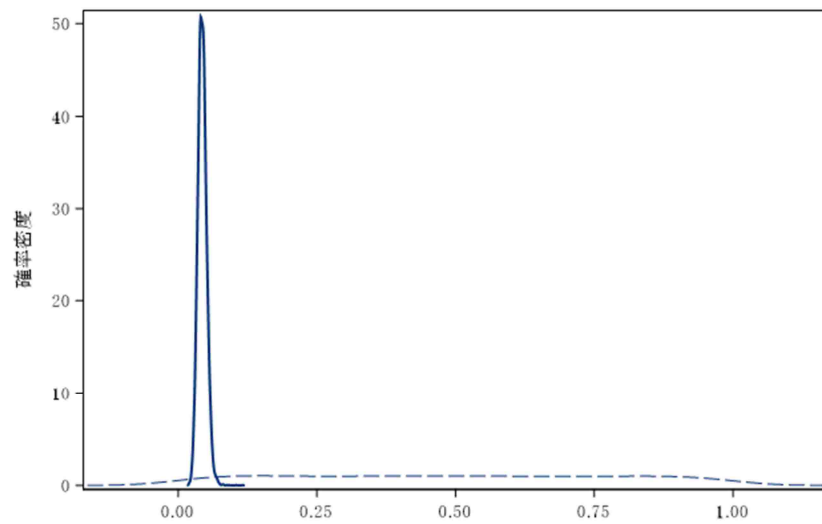
- ・ 主な推定変数の事前分布と事後分布の形状を巻末図 3-1-6～巻末図 3-1-19 に示した。
- ・ 狩猟捕獲係数、有害捕獲係数、糞粒係数、糞塊係数、目撃係数、基準年個体数のそれぞれの対数値、もしくはロジット変換値については、事後分布の幅が事前分布の幅より狭くなった。しかし、内的自然増加率と環境収容力の対数値は、事後分布の幅が事前分布の幅に比べて少し狭くなった程度であり、事前分布の設定がある程度推定結果に影響を与えていた。



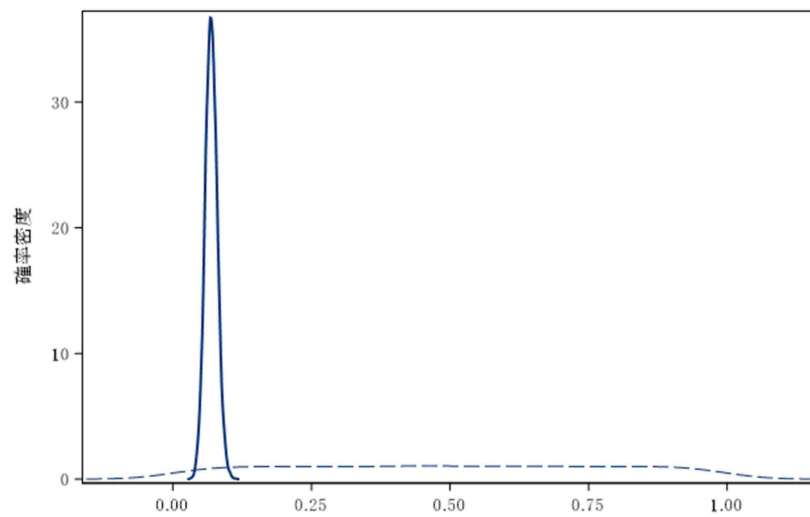
巻末図 3-1-6 内的自然増加率(令和6年度)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



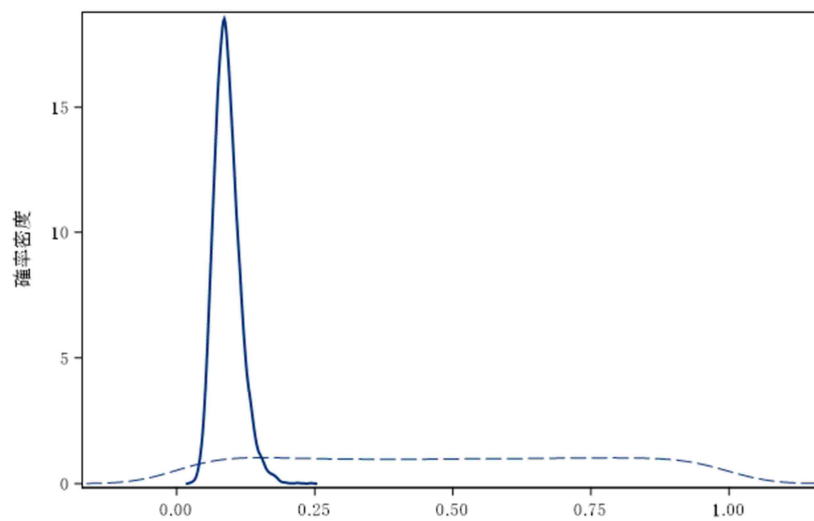
巻末図 3-1-7 狩猟捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



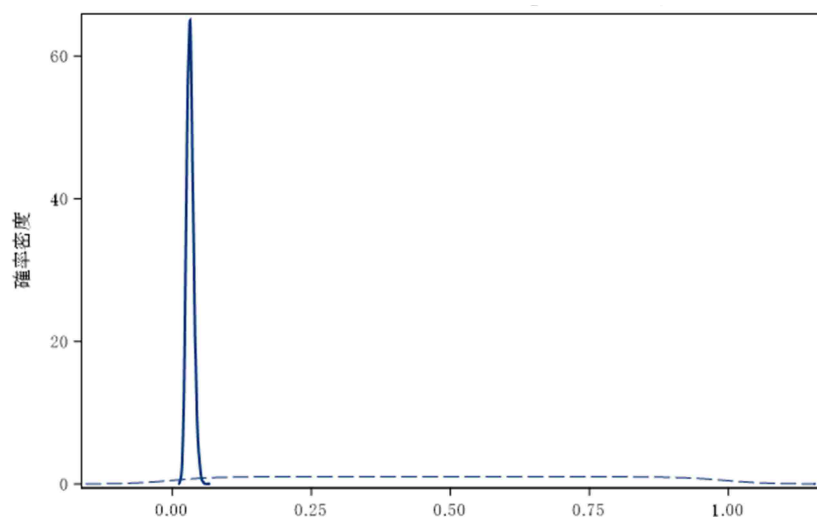
巻末図 3-1-8 狩猟捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



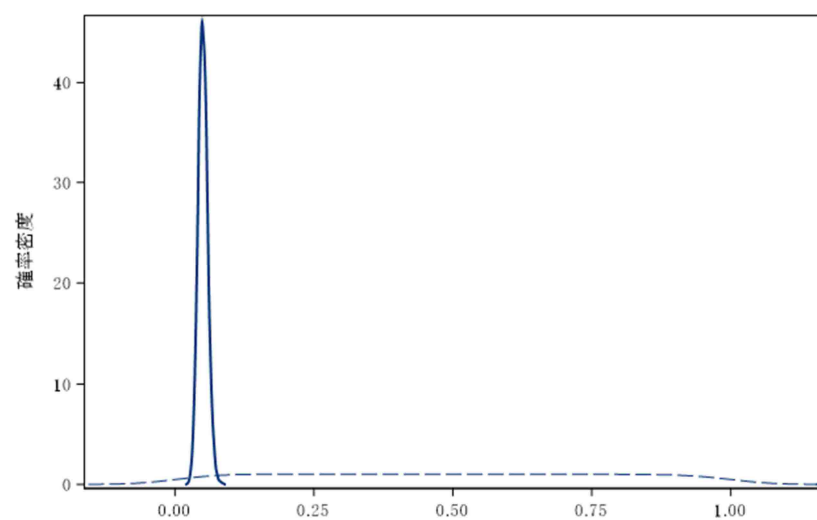
巻末図 3-1-9 狩猟捕獲係数3の事前分布(破線)と事後分布(実線)



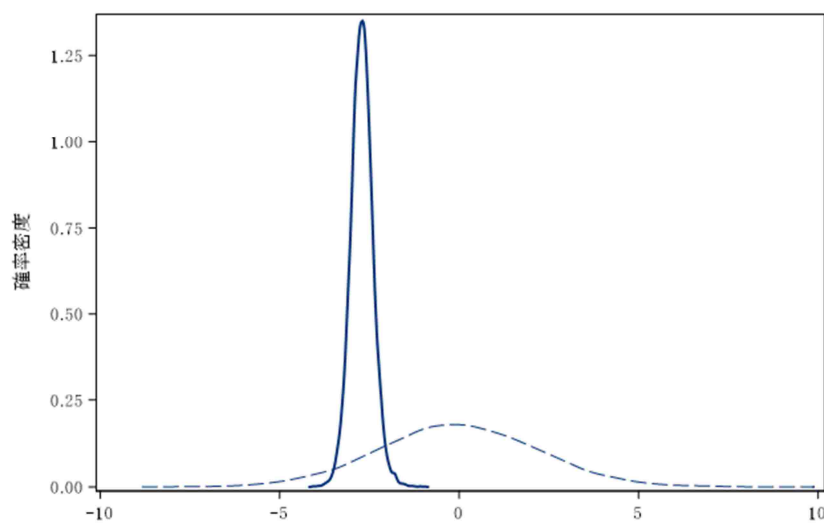
巻末図 3-1-10 狩猟捕獲係数4の事前分布(破線)と事後分布(実線)



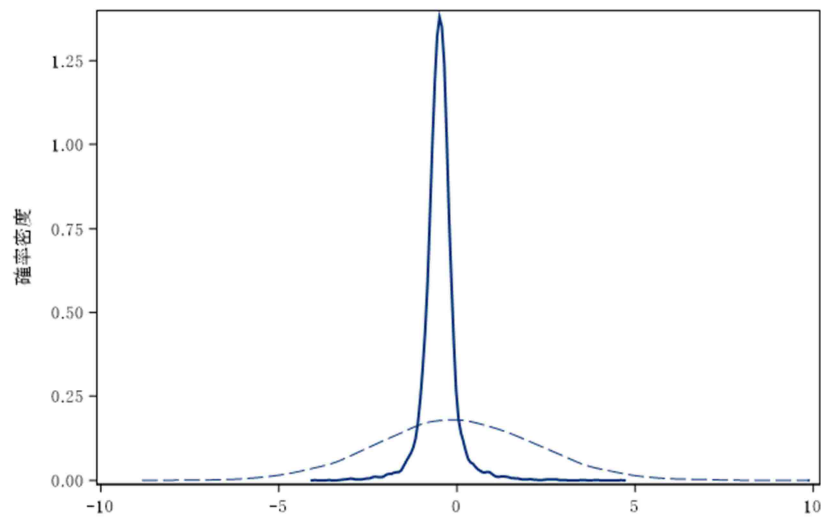
巻末図 3-1-11 有害捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



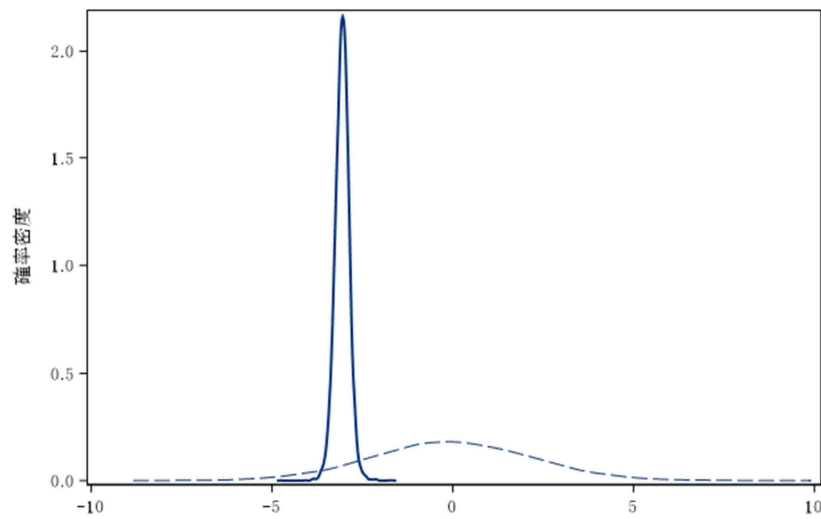
巻末図 3-1-12 有害捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



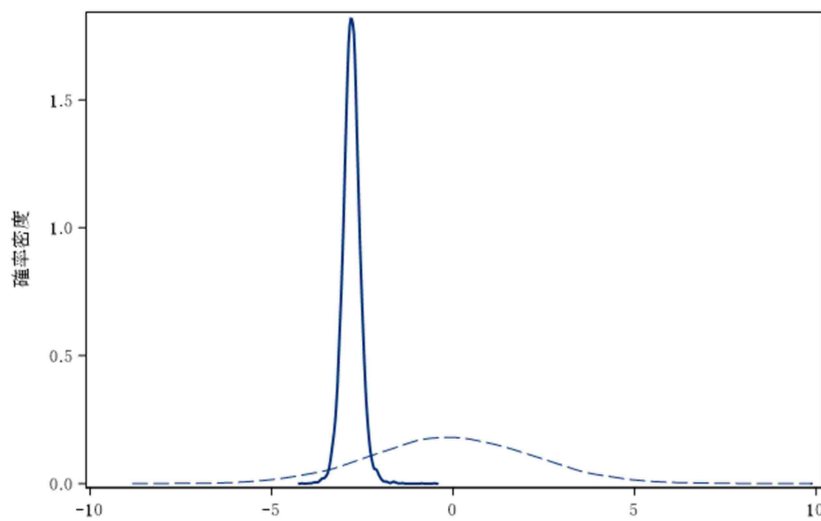
巻末図 3-1-13 糞粒係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



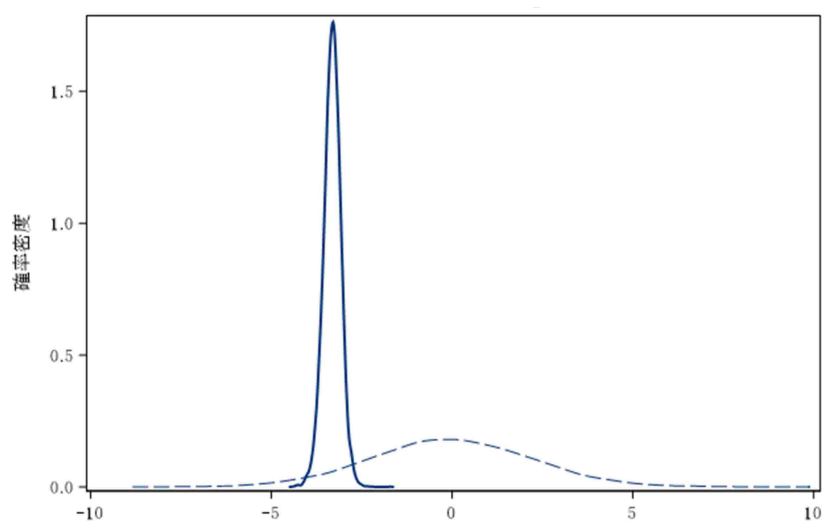
巻末図 3-1-14 糞塊係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



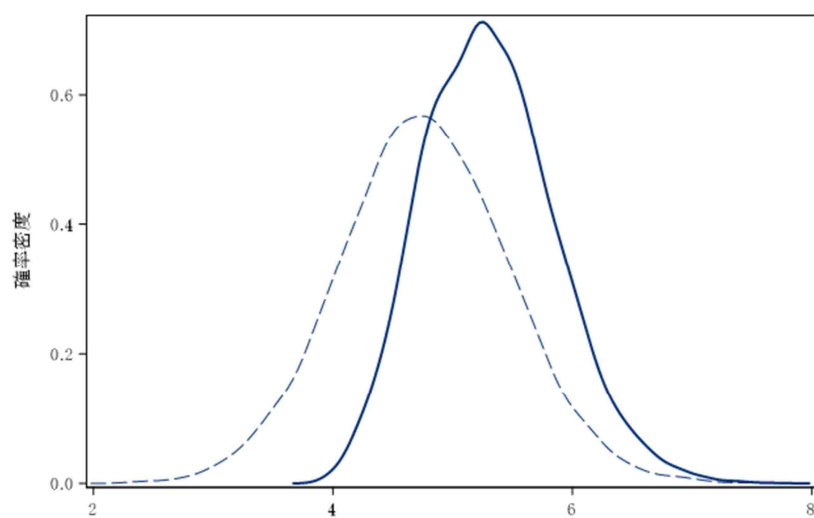
巻末図 3-1-15 目撃係数1(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



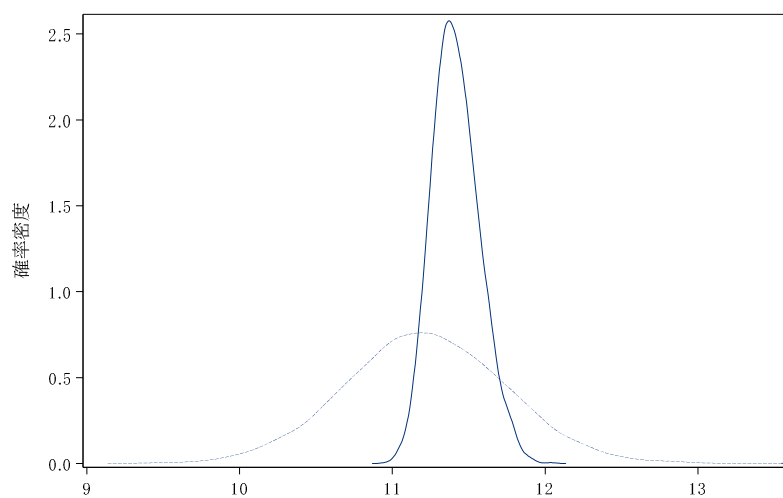
巻末図 3-1-16 目撃係数2(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-1-17 目撃係数3(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-1-18 環境収容力(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)

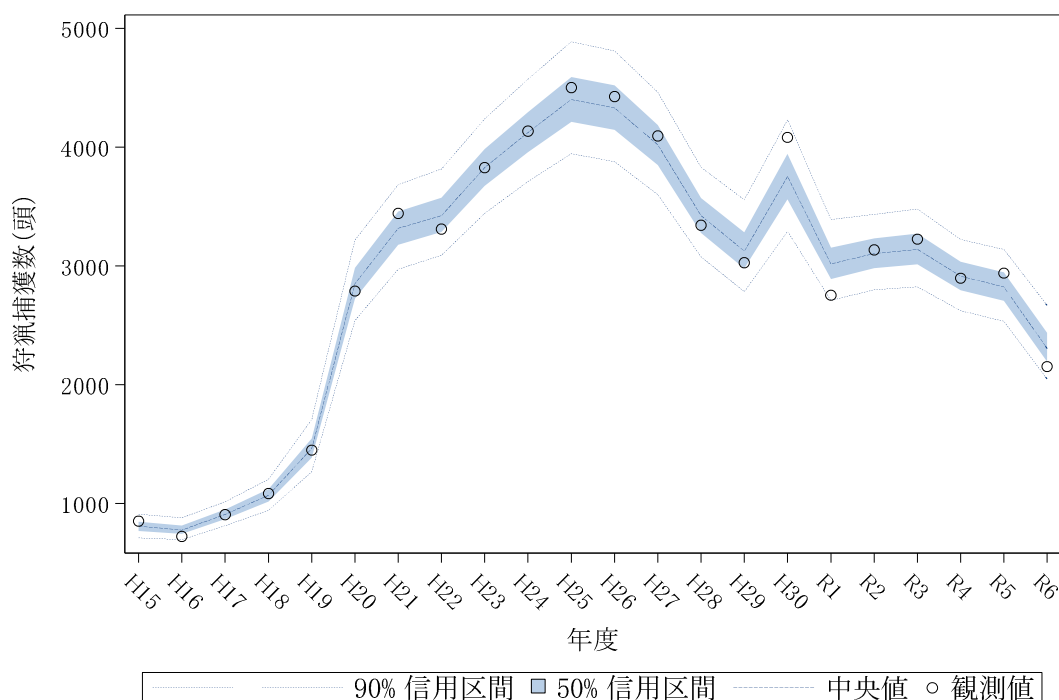


巻末図 3-1-19 基準年(令和2年度)個体数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)

(2) A 管理ユニットの推定結果

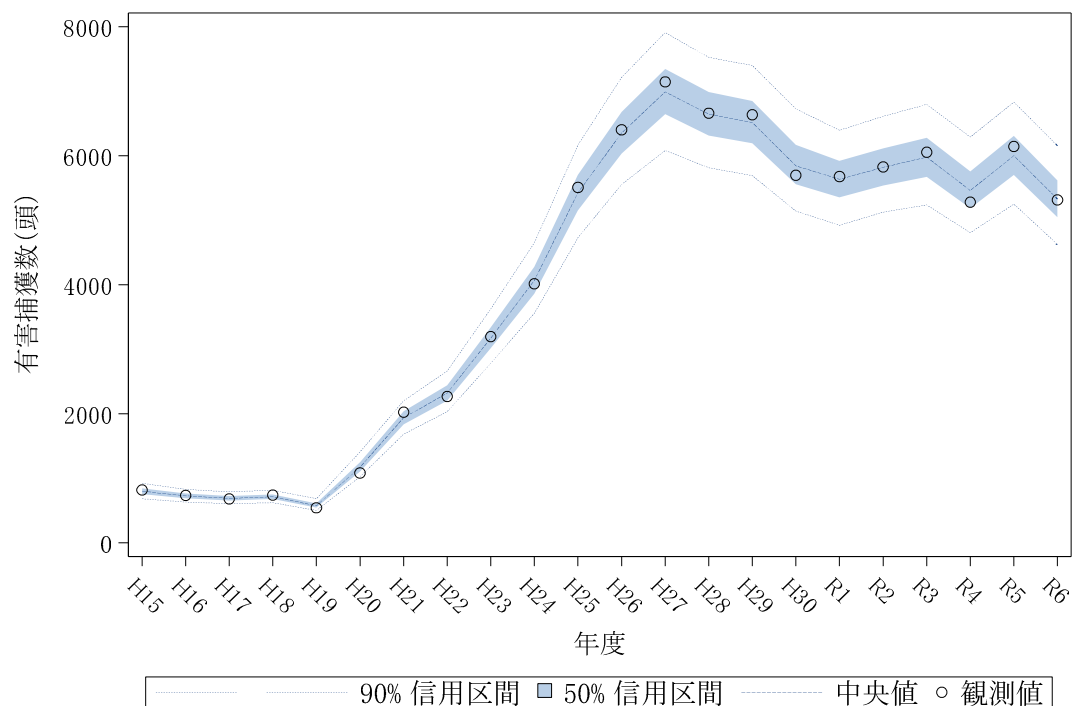
①密度指標データの観測値と期待値の関係

- ・ 得られたデータの観測値と期待値との関係を巻末図 3-2-1～巻末図 3-2-5 に示した。
- ・ 狩猟捕獲数と有害捕獲数は得られたデータと期待値との当てはまりが良く、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率は得られたデータと期待値との当てはまりが良くなかった。
- ・ 得られたデータと、解析により得られた推定値の範囲（期待値）との関係、観測時の誤差の大きさを示すことで、推定結果に強い影響を与えているデータがわかり、今回の推定結果では、狩猟捕獲数と有害捕獲数は糞粒密度、糞塊密度、目撃効率に比べて推定結果に強い影響を与えていた。
- ・ 糞粒密度や糞塊密度、目撃効率は狩猟捕獲数や有害捕獲数に比べて調査年数が少なく、調査時の誤差も大きいため、このような結果になったと考えられる。例えば、糞粒は調査時期や天候などにより残存率が大きく左右されることがわかっており（岩本ほか 2000、佐藤ほか 2001 など）、調査時の誤差が大きい指標である。また、目撃効率を算出している高知県の出猟カレンダーは、平成 26 年度に様式が変更、平成 27 年度は集計方法が変更され、さらにカレンダーの回収率も低いため、これらも誤差に影響を与える要因になっていると考えられる。

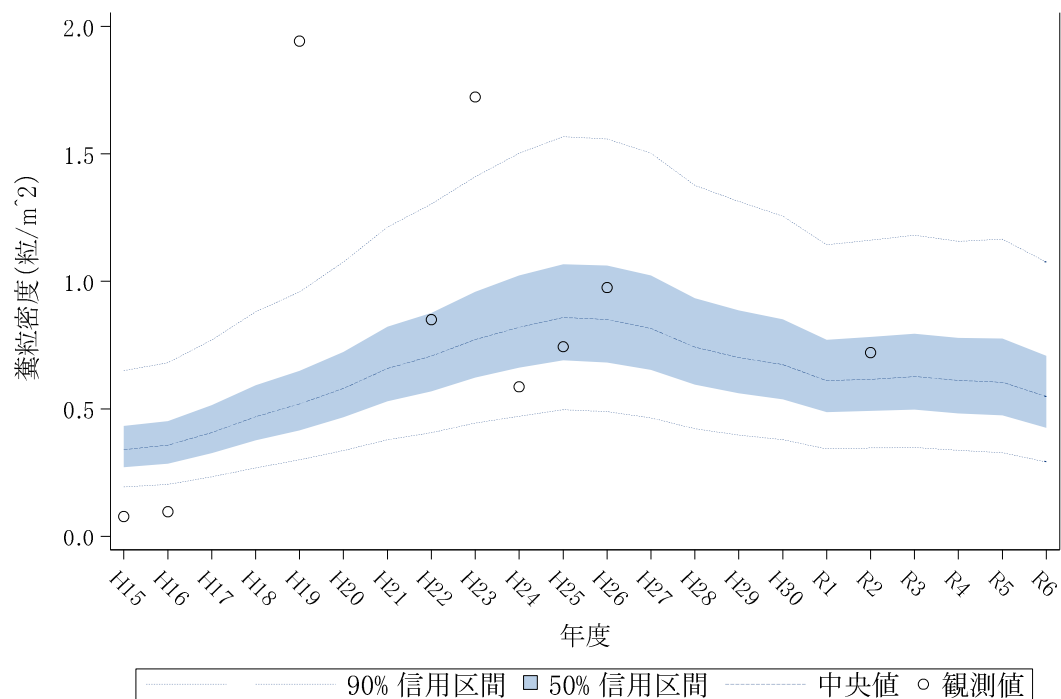


巻末図 3-2-1 狩猟捕獲数の観測値と期待値の関係

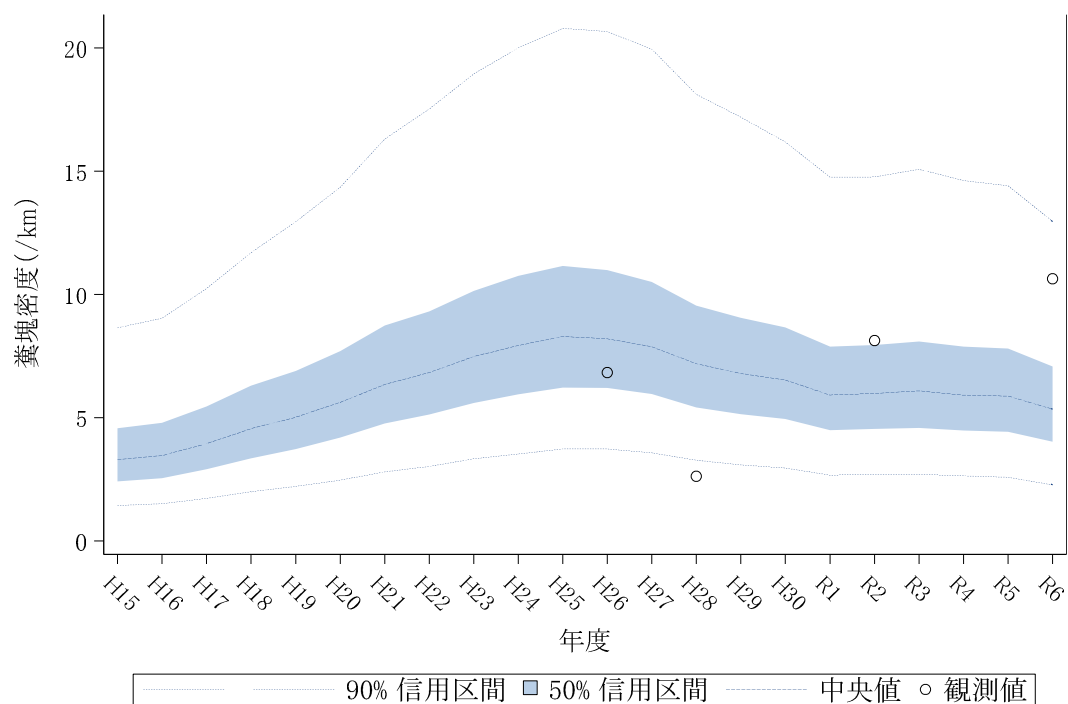
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-2-2 有害捕獲数の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

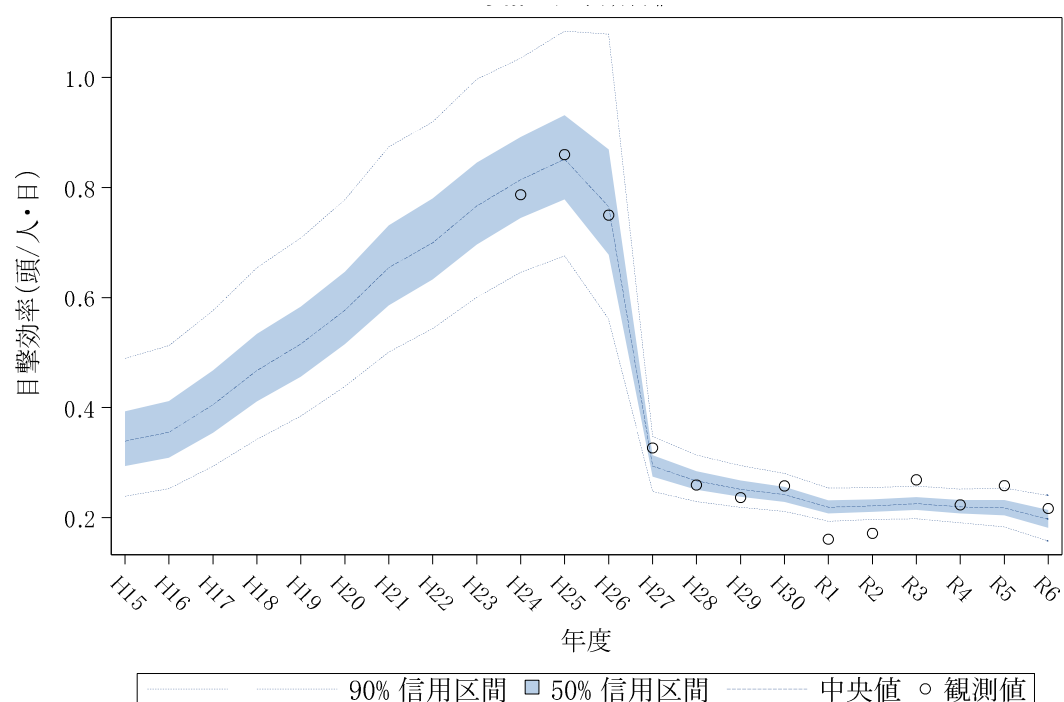


巻末図 3-2-3 糞粒密度の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-2-4 糞球菌密度の観測値と期待値の関係

中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

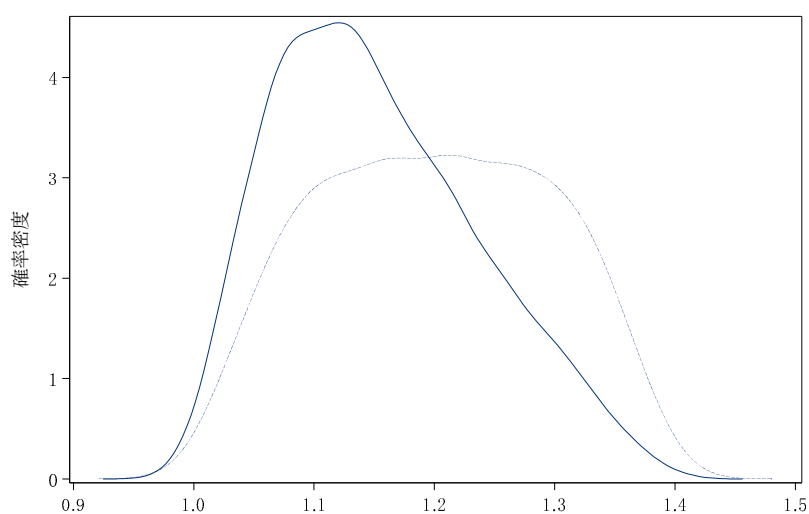


巻末図 3-2-5 目撃効率の観測値と期待値の関係

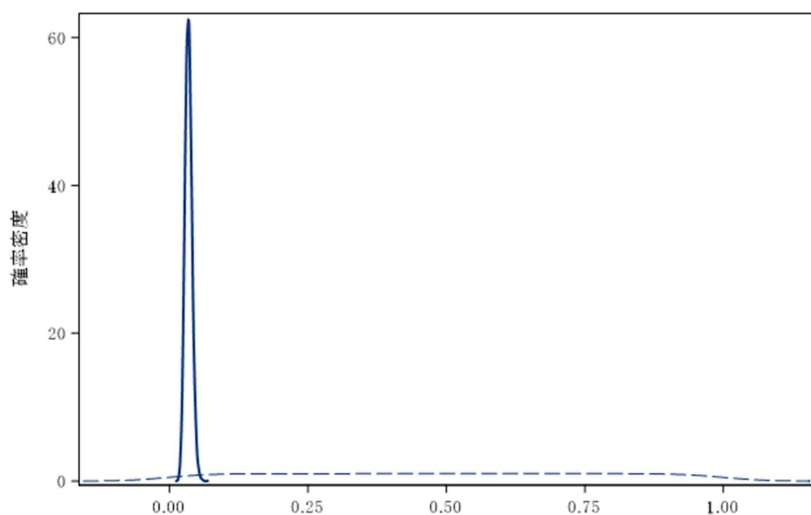
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

②推定変数の事前分布と事後分布

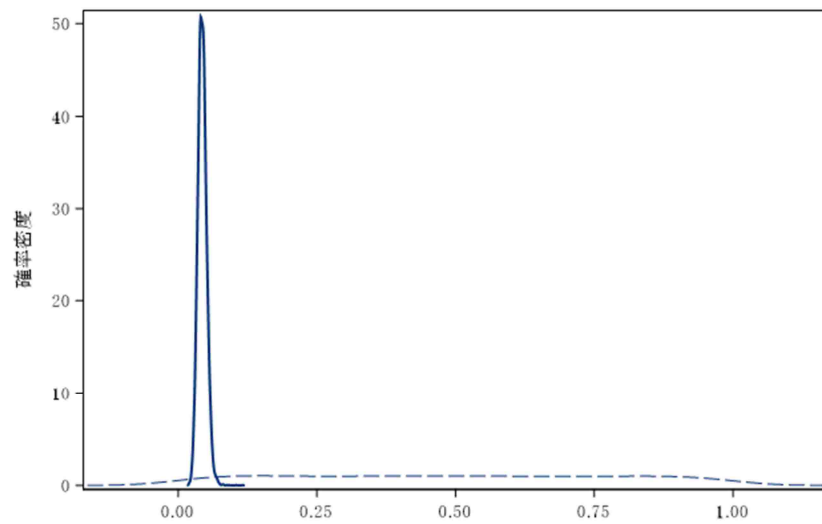
- ・ 主な推定変数の事前分布と事後分布の形状を巻末図 3-2-6～巻末図 3-2-19 に示した。
- ・ 狩猟捕獲係数、有害捕獲係数、糞粒係数、糞塊係数、目撃係数、基準年個体数のそれぞれの対数値、もしくはロジット変換値については、事後分布の幅が事前分布の幅より狭くなった。しかし、内的自然増加率と環境収容力の対数値は、事後分布の幅が事前分布の幅に比べて少し狭くなった程度であり、事前分布の設定がある程度推定結果に影響を与えていた。



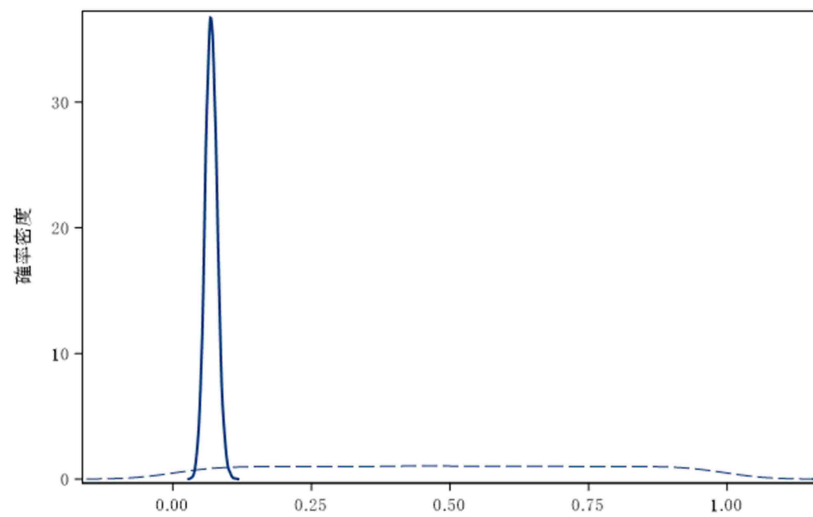
巻末図 3-2-6 内的自然増加率(令和6年度)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



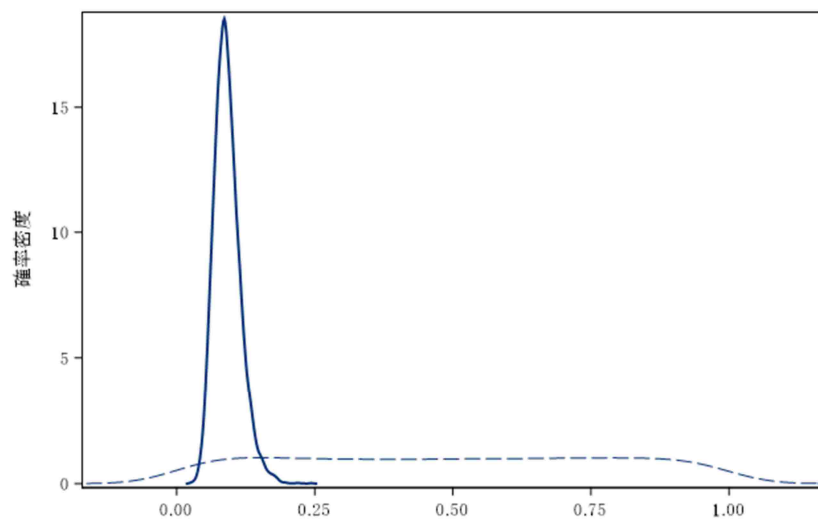
巻末図 3-2-7 狩猟捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



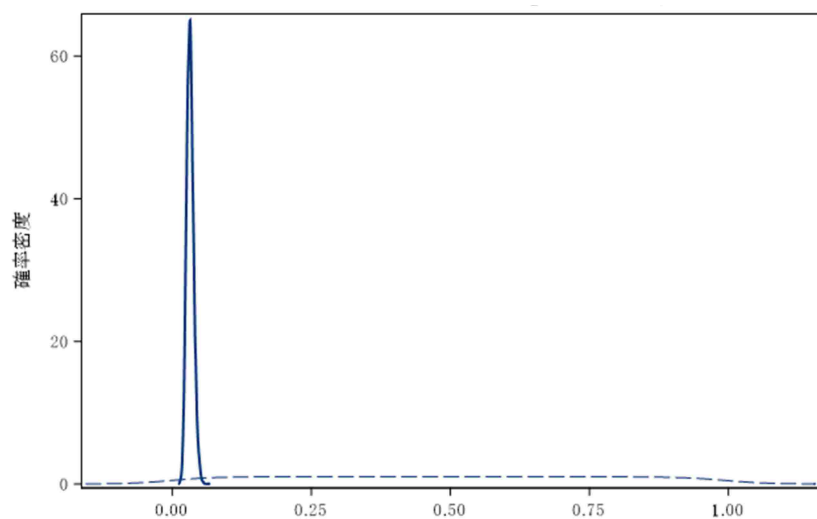
巻末図 3-2-8 狩猟捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



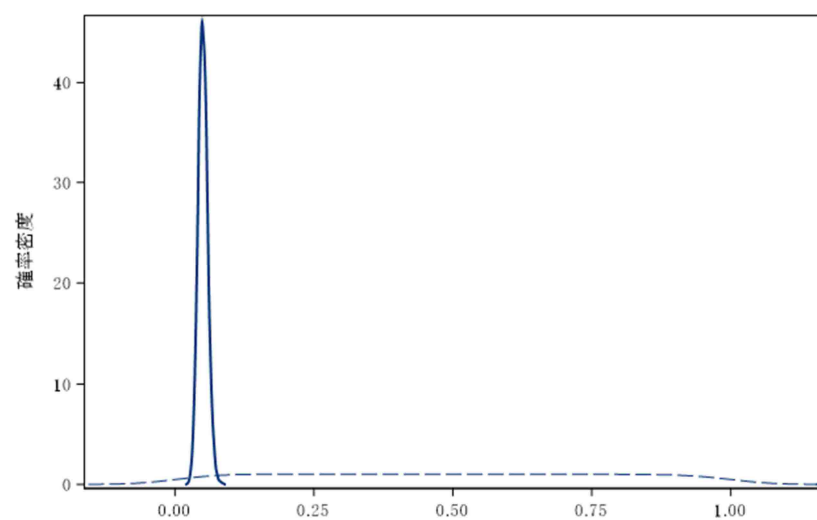
巻末図 3-2-9 狩猟捕獲係数3の事前分布(破線)と事後分布(実線)



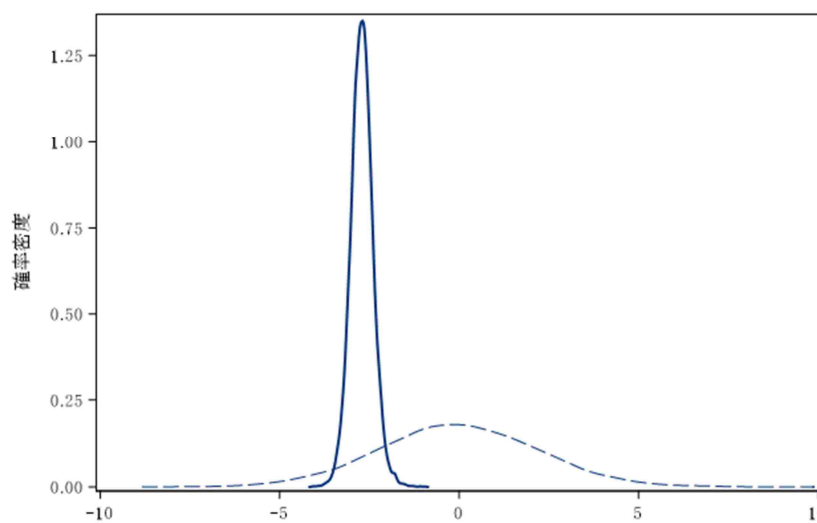
巻末図 3-2-10 狩猟捕獲係数4の事前分布(破線)と事後分布(実線)



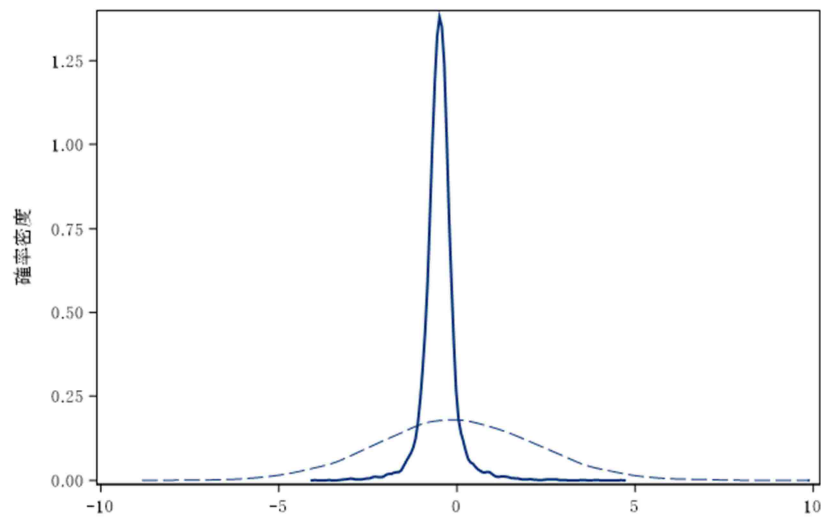
巻末図 3-2-11 有害捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



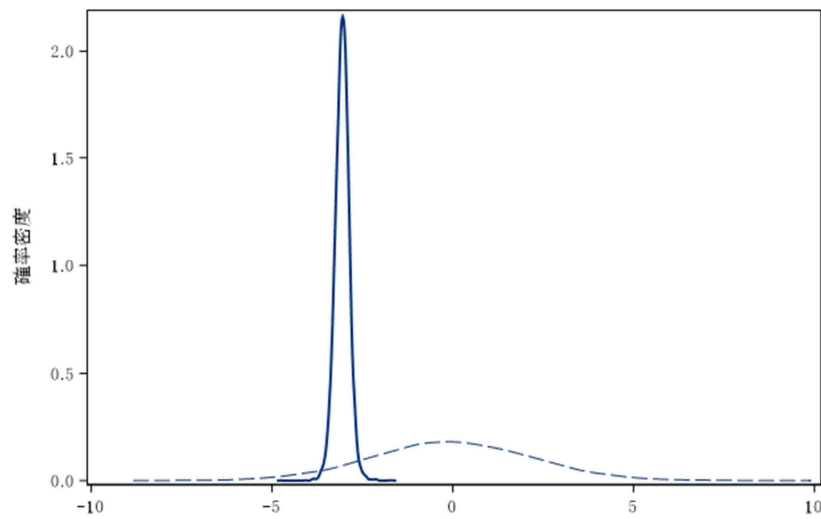
巻末図 3-2-12 有害捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



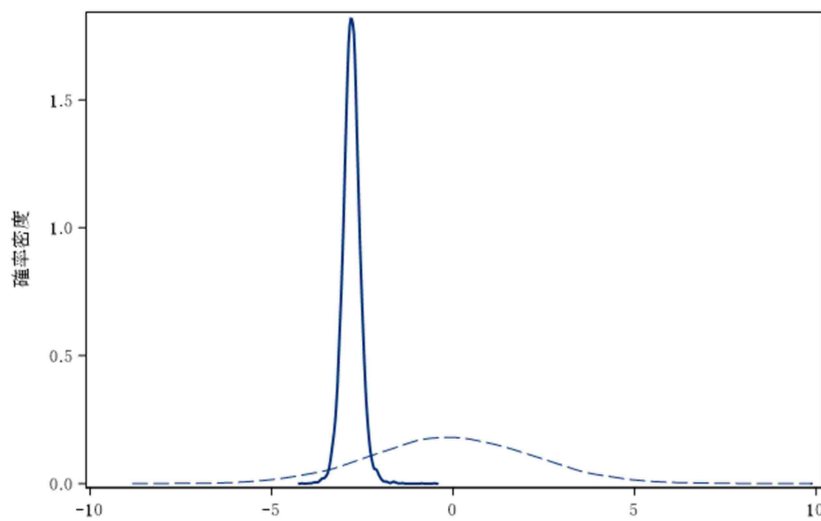
巻末図 3-2-13 糞粒係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



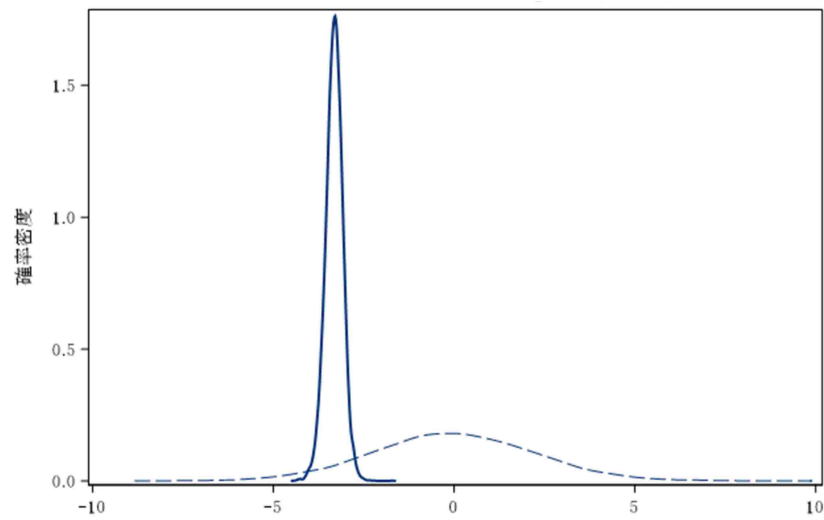
巻末図 3-2-14 糞塊係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



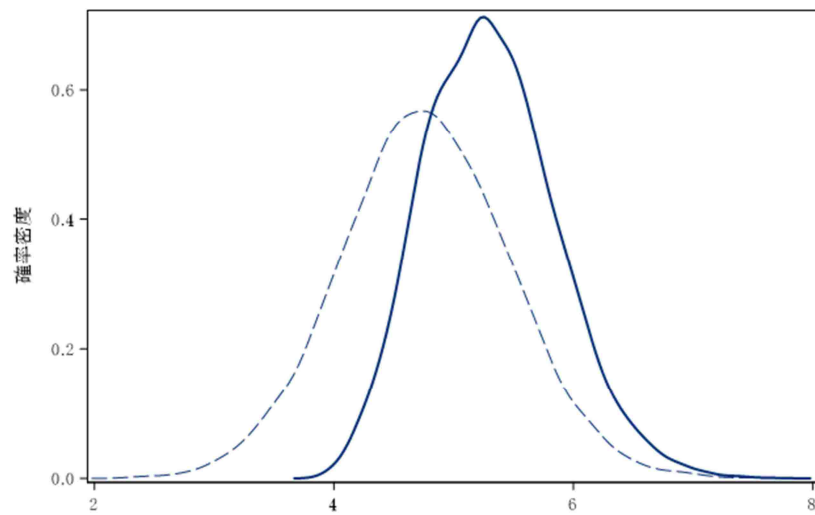
巻末図 3-2-15 目撃係数1(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



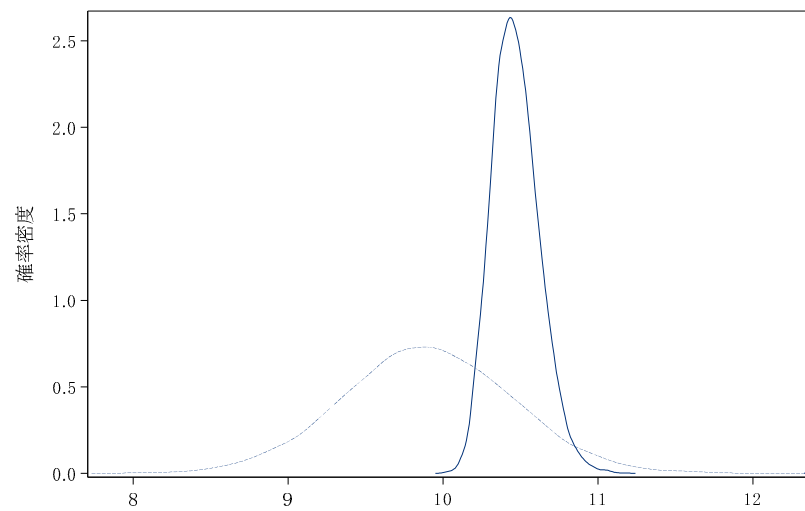
巻末図 3-2-16 目撃係数2(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-2-17 目撃係数3(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-2-18 環境収容力(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)

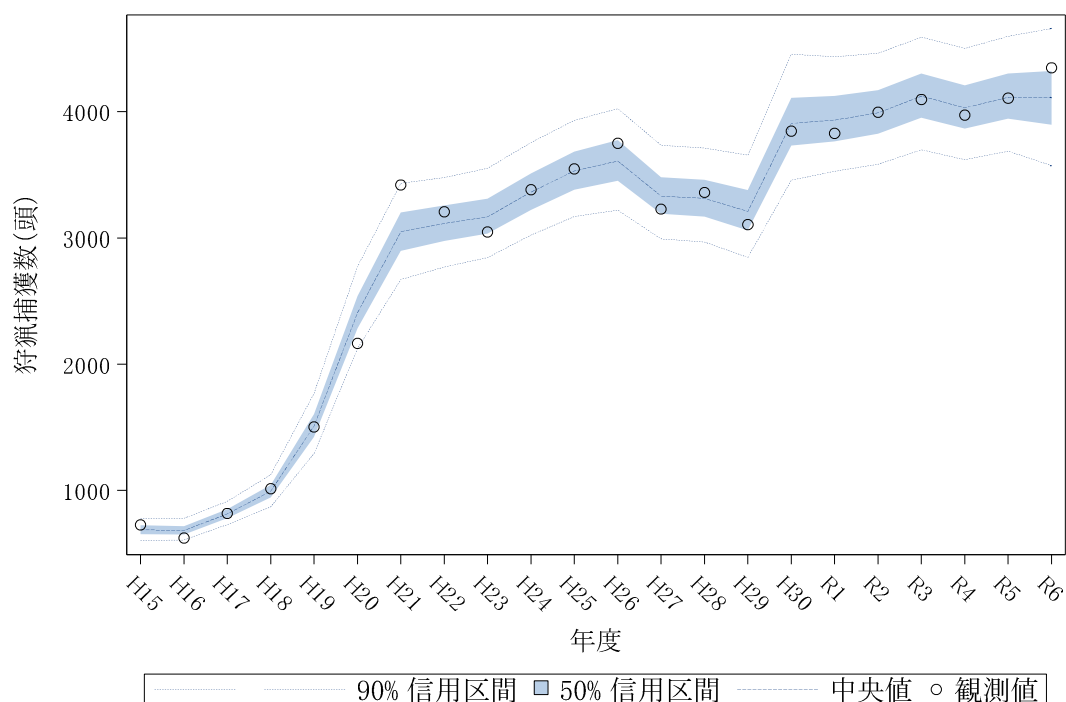


巻末図 3-2-19 基準年(令和2年度)個体数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)

(3) C 管理ユニットの推定結果

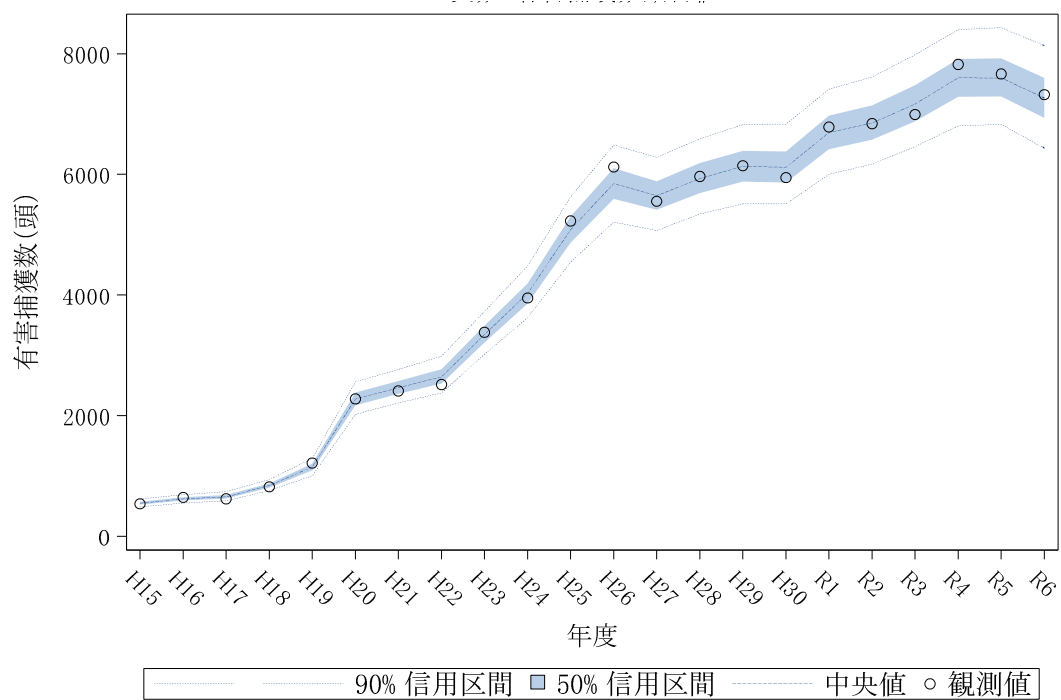
①密度指標データの観測値と期待値の関係

- ・ 得られたデータの観測値と期待値との関係を巻末図 3-3-1～巻末図 3-3-5 に示した。
- ・ 狩猟捕獲数と有害捕獲数は得られたデータと期待値との当てはまりが良く、糞粒密度、糞塊密度、目撃効率は得られたデータと期待値との当てはまりが良くなかった。
- ・ 得られたデータと、解析により得られた推定値の範囲（期待値）との関係、観測時の誤差の大きさを示すことで、推定結果に強い影響を与えているデータがわかり、今回の推定結果では、狩猟捕獲数と有害捕獲数は糞粒密度、糞塊密度、目撃効率に比べて推定結果に強い影響を与えていた。
- ・ 糞粒密度や糞塊密度、目撃効率は狩猟捕獲数や有害捕獲数に比べて調査年数が少なく、調査時の誤差も大きいため、このような結果になったと考えられる。例えば、糞粒は調査時期や天候などにより残存率が大きく左右されることがわかっており（岩本ほか 2000、佐藤ほか 2001 など）、調査時の誤差が大きい指標である。また、目撃効率を算出している高知県の出猟カレンダーは、平成 26 年度に様式が変更、平成 27 年度は集計方法が変更され、さらにカレンダーの回収率も低いため、これらも誤差に影響を与える要因になっていると考えられる。

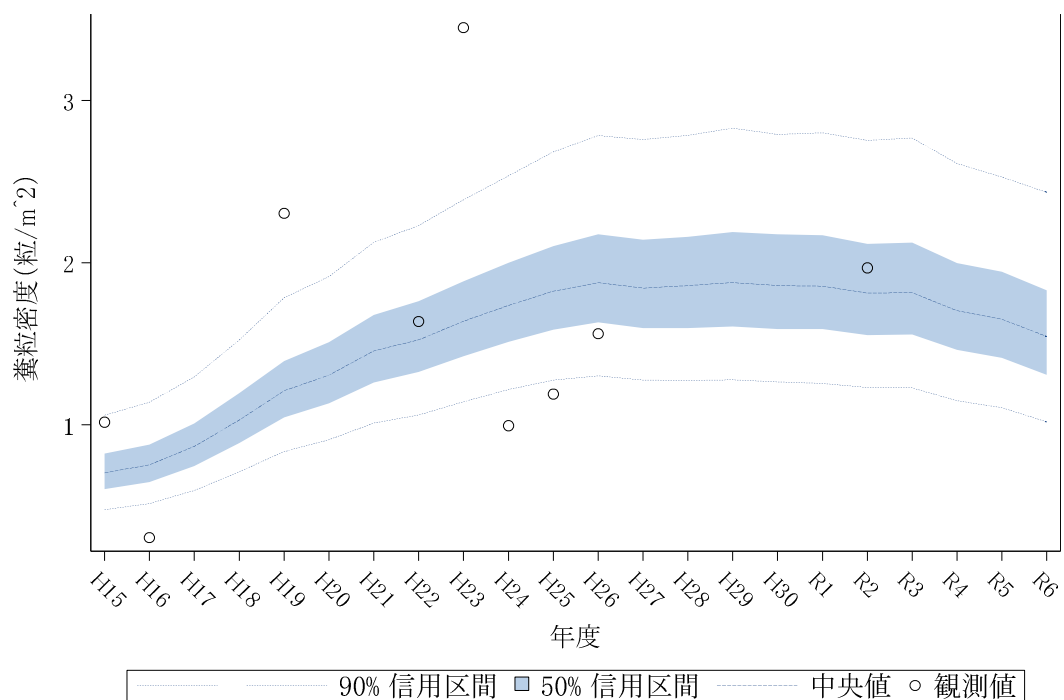


巻末図 3-3-1 狩猟捕獲数の観測値と期待値の関係

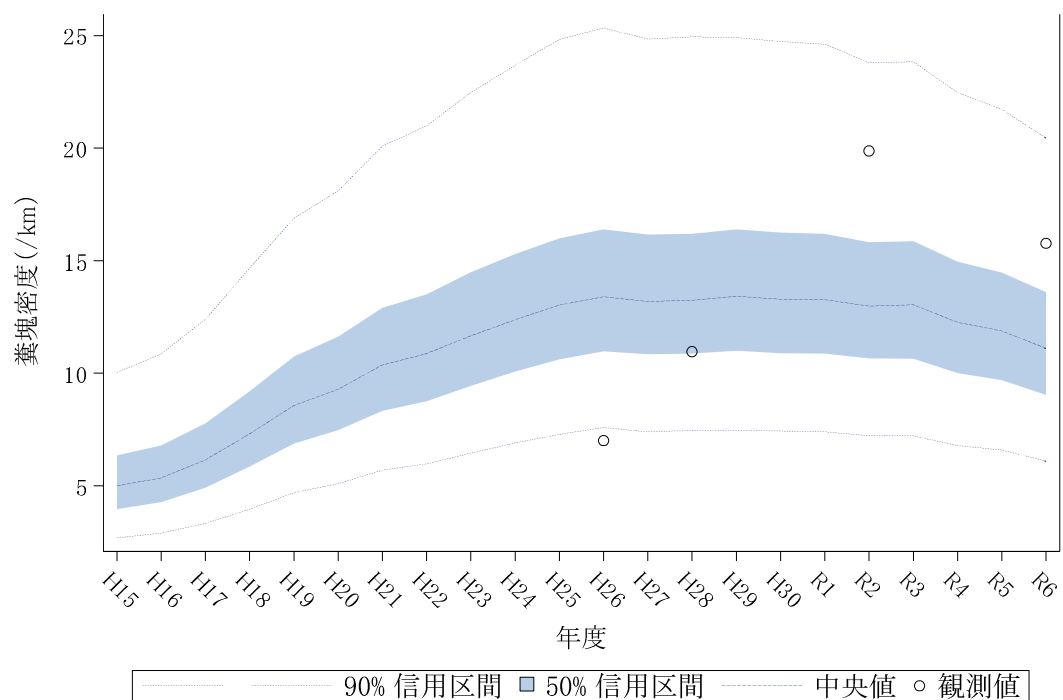
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-3-2 有害捕獲数の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

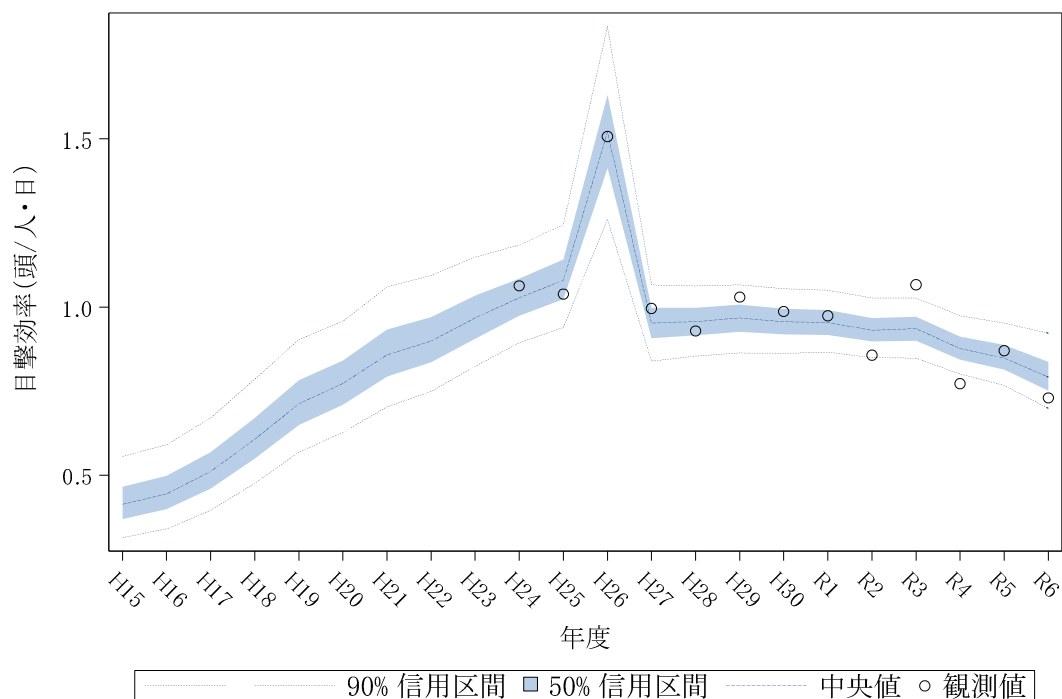


巻末図 3-3-3 糞粒密度の観測値と期待値の関係
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。



巻末図 3-3-4 糞塊密度の観測値と期待値の関係

中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

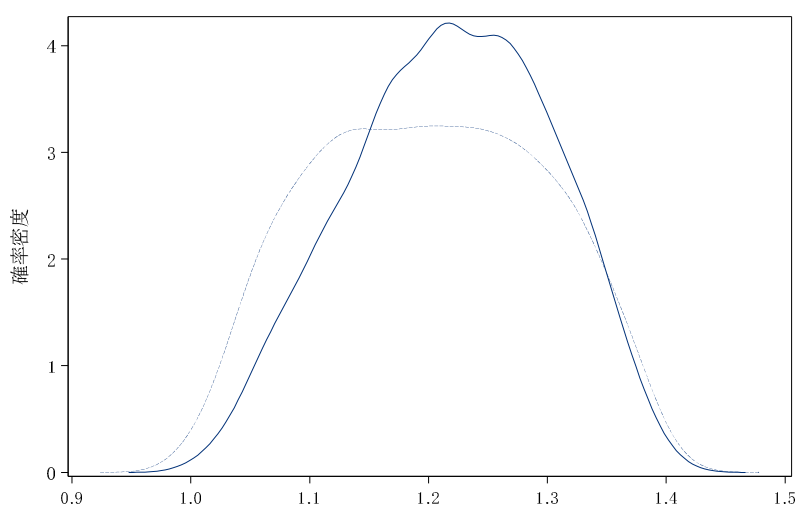


巻末図 3-3-5 目撃効率の観測値と期待値の関係

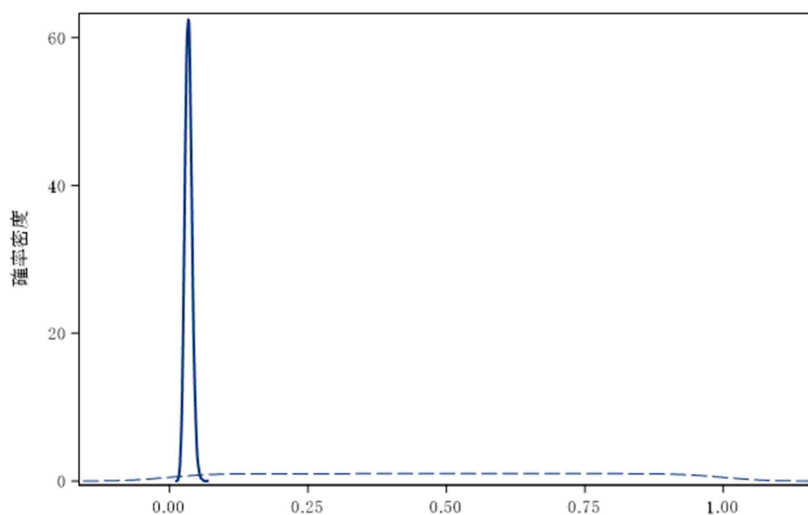
中央値と 50%信用区間、90%信用区間を示す。○は観測値を表す。

②推定変数の事前分布と事後分布

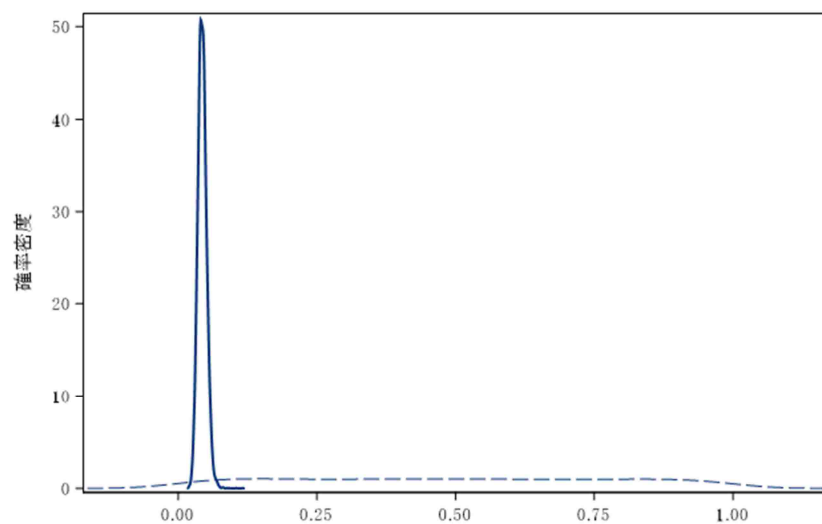
- ・ 主な推定変数の事前分布と事後分布の形状を巻末図 3-3-6～巻末図 3-3-19 に示した。
- ・ 狩猟捕獲係数、有害捕獲係数、糞粒係数、糞塊係数、目撃係数、基準年個体数のそれぞれの対数値、もしくはロジット変換値については、事後分布の幅が事前分布の幅より狭くなった。しかし、内的自然増加率と環境収容力の対数値は、事後分布の幅が事前分布の幅に比べて少し狭くなった程度であり、事前分布の設定がある程度推定結果に影響を与えていた。



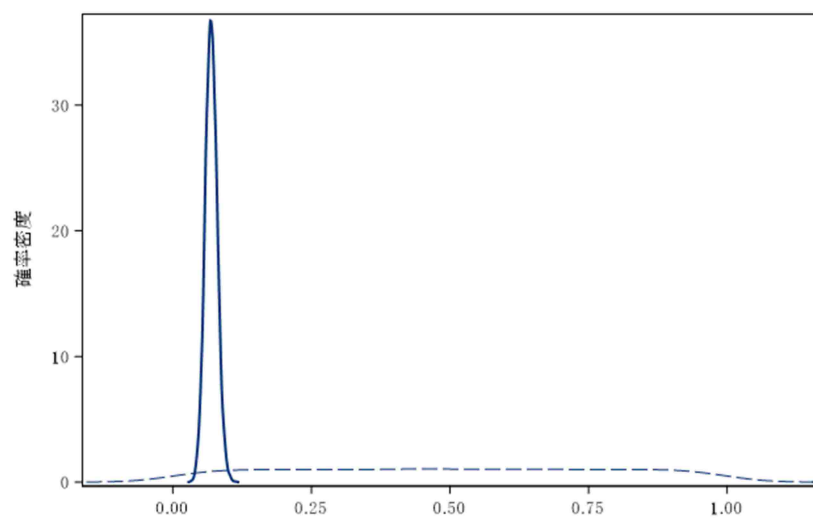
巻末図 3-3-6 内的自然増加率(令和6年度)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



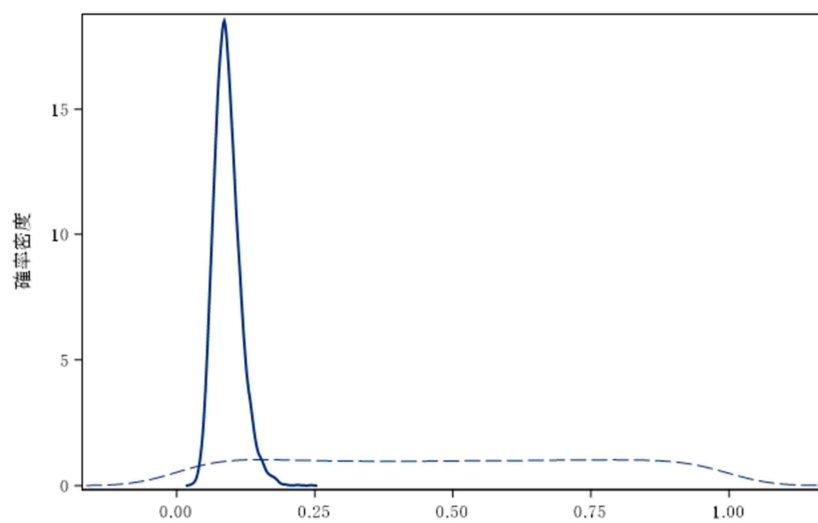
巻末図 3-3-7 狩猟捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



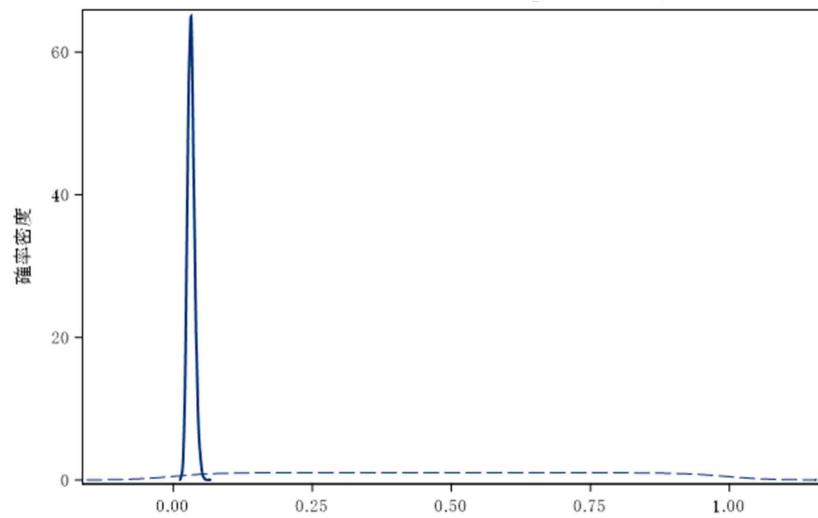
巻末図 3-3-8 狩猟捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



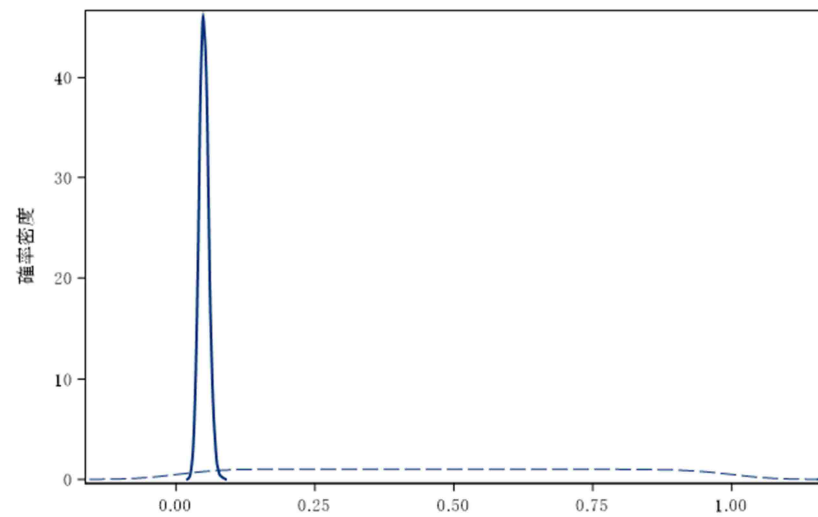
巻末図 3-3-9 狩猟捕獲係数3の事前分布(破線)と事後分布(実線)



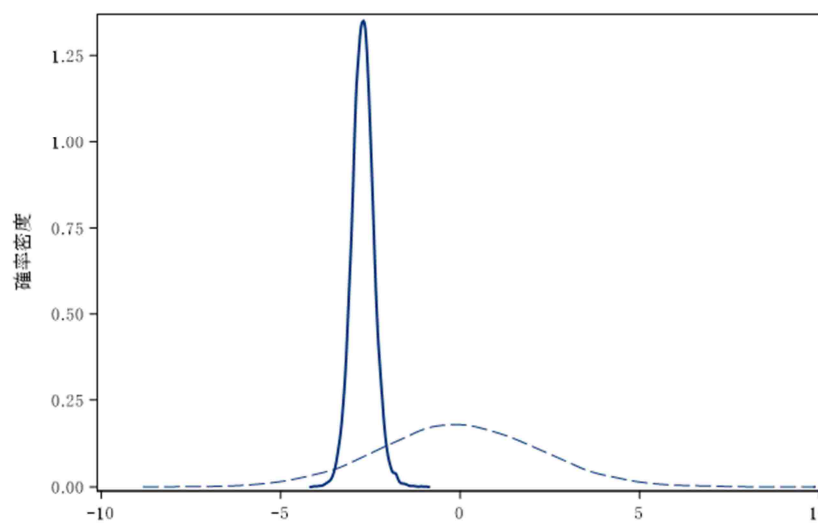
巻末図 3-3-10 狩猟捕獲係数4の事前分布(破線)と事後分布(実線)



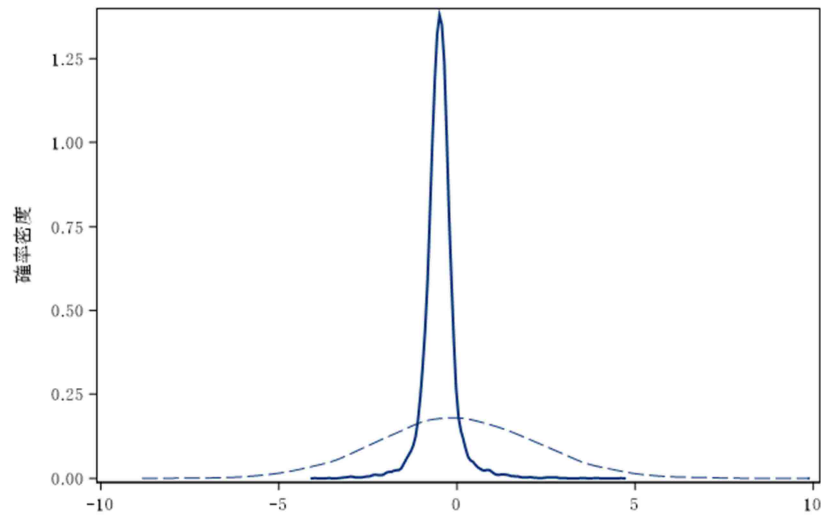
巻末図 3-3-11 有害捕獲係数1の事前分布(破線)と事後分布(実線)



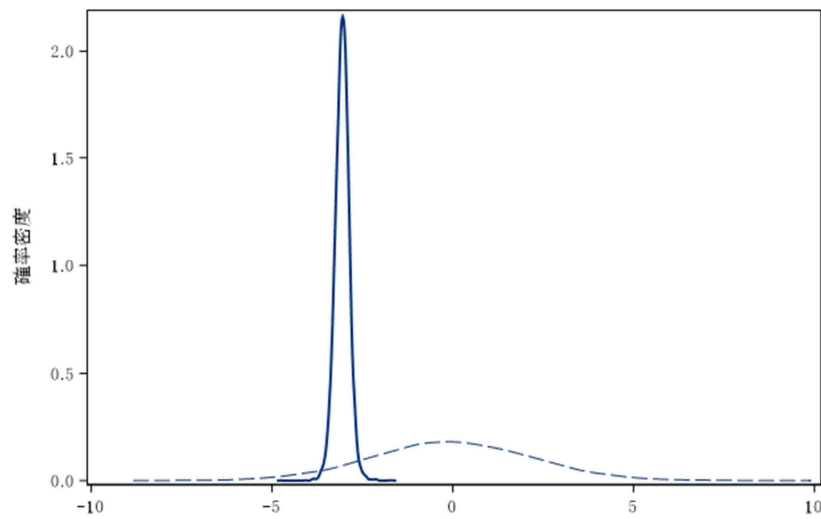
巻末図 3-3-12 有害捕獲係数2の事前分布(破線)と事後分布(実線)



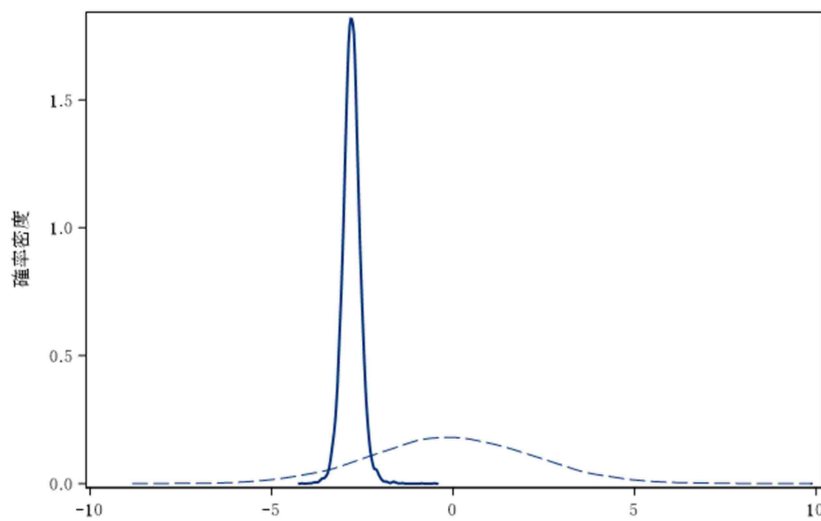
巻末図 3-3-13 糞粒係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



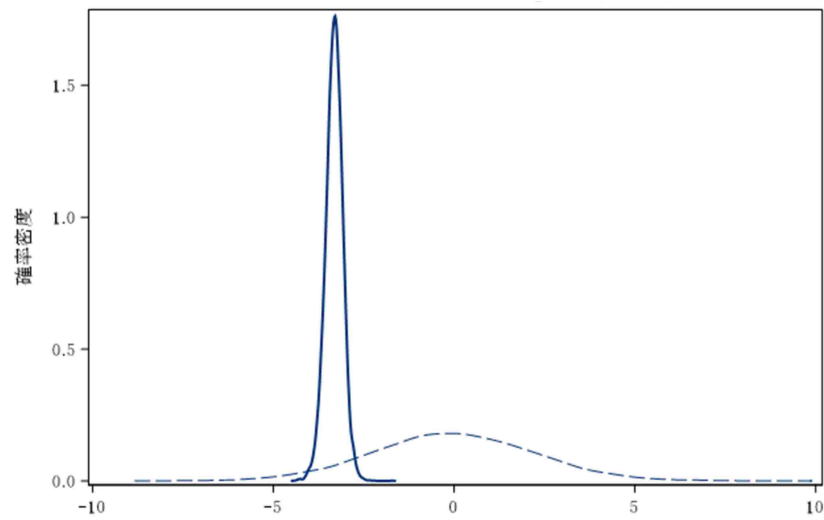
巻末図 3-3-14 変異係数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



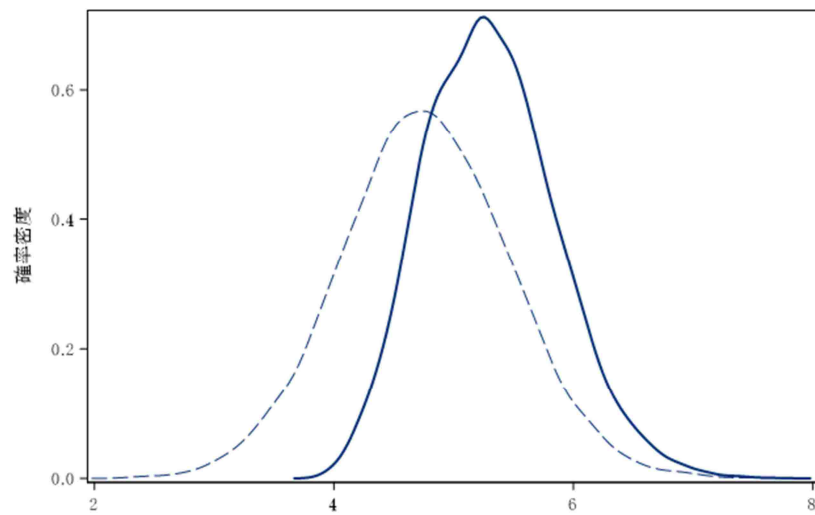
巻末図 3-3-15 目撃係数1(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



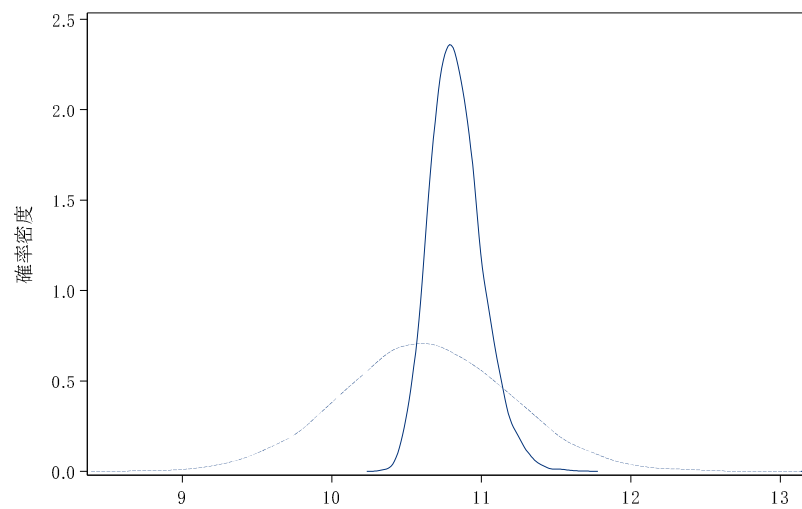
巻末図 3-3-16 目撃係数2(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-3-17 目撃係数3(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-3-18 環境収容力(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)



巻末図 3-3-19 基準年(令和6年度)個体数(対数)の事前分布(破線)と事後分布(実線)

巻末資料 4 推定方法と結果の妥当性

マルコフ連鎖モンテカルロ法

これまで述べたデータ、モデル、および事前分布の設定に基づいて、SAS/STAT9.4 の MCMC Procedure を用いてマルコフ連鎖モンテカルロ法 (Gilks *et al.* 1996) による推定を行った (SAS Institute Inc. 2013)。推定変数を巻末資料表 2 のとおり 6 のブロックに分けて、独立サンプラーを用いたメトロポリス法によって事後分布をサンプリングした。初期値の影響が残る最初の 500 万回はサンプリングを行わない Burn-In period とし、次の 1000 万回のうち 1000 回に 1 回サンプリングし、計 1 万回のサンプリングを行った。

収束判定の方法

収束判定は、有効サンプルサイズ (Kass *et al.* 1998) と Geweke 検定 (Geweke 1992) の 2 つの基準で確認した。有効サンプルサイズによる判定では、これが 500 以上であることを基準とした。Geweke 法では、サンプリングされたデータのうち、最初の 1,000 回と最後の 5,000 回の期待値の差を検定し、棄却水準が 0.05 にならないことを基準とした。

収束状況

すべての推定変数でサンプリングの際の自己相関はほとんどなく、有効サンプル数は 1000 を超え、良好なサンプリングができたと判断された。Geweke 検定ではすべて基準を上回り収束していると判断できた。

巻末資料5 参考文献

- Geweke J 1992. Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments. In Bayesian Statistics 4 (Bernardo JM, Berger JO, David AP, Smith AFM, eds), pp.169-193, Oxford Univ Press, Oxford.
- Gilks WR, Richardson S, Spiegelhalter D 1996. Markov Chain Monte Carlo in Practice. Chapman & Hall/CRC, New York, USA, 512pp.
- 環境省自然環境局生物多様性センター2011 平成 22 年度自然環境保全基礎調査特定哺乳類生息状況調査及び調査体制構築検討業務報告書. pp.173-184
- 環境省報道発表資料 2016 <http://www.env.go.jp/press/files/jp/29489.pdf>
- Kass RE, Carlin BP, Gelman A, Neal RM 1998 Markov Chain Monte Carlo in Practice: A Roundtable Discussion. The American Statistician vol.52, pp.93-100.
- 岸本康誉, 松本崇, 坂田宏志 2014 イノシシの個体群動態の推定 (本州部 2012 年) 兵庫ワイルドライフレポート 2: 62-77
- 松本崇, 岸本康誉, 太田海香, 坂田宏志 2014 ニホンジカの個体群動態の推定と将来予測 (兵庫県本州部 2012 年) 兵庫ワイルドライフレポート 2: 12-36
- 坂田宏志, 岸本康誉, 関香奈子 2012 ツキノワグマの個体群動態の推定 (兵庫県 2011 年) .兵庫ワイルドライフレポート. pp32-43.
- 坂田宏志, 岸本康誉, 太田海香, 松本崇 2014 ツキノワグマの個体群動態の推定 (兵庫県 2012 年) 兵庫ワイルドライフレポート 2: 93-109
- SAS Institute Inc.2013 SAS/STAT® 9.4 User' s Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.

シカ個体数調査委託業務報告書
(令和7年度)

令和8年3月