

## 第 6 章

# ニホンイノシシの妊娠率算出方法の開発

辻 知香<sup>1</sup>・横山真弓<sup>1,2</sup>

### 要 点

- ・ イノシシの妊娠率を算出するための新たな妊娠指標として、妊娠黄体退縮物に着目し、2004年から2013年に収集した捕獲個体を用いて、その判別可否と有用性を検討した。
- ・ イノシシでは受胎・出産時期のばらつきが大きいため、胎子確認のみでは妊娠率を過小算出することが明らかとなった。
- ・ 妊娠黄体退縮物は、その由来および新旧の判別が可能であり、確実に確認できる期間が泌乳確認よりも長かったことから、出産後個体の把握に有効な指標であった。
- ・ 妊娠率は、4～11月に胎子確認による妊娠個体の検出と妊娠黄体退縮物 Type I 確認による出産後個体の検出を組み合わせることで、より正確な妊娠率を算出することができた。

**Key words** : 妊娠率、妊娠黄体退縮物、胎子確認、受胎・出産時期の変異幅、捕獲個体分析

### 6-1. はじめに

動物の妊娠率は、個体数の増減に直接的に関わるため、個体群動態を把握する上での基盤情報である (Bailey 1984; Read 1990; Fonseca *et al.* 2004)。また妊娠率は、個体群の栄養状態に応じて変動するため、生息環境の質的劣化の影響などその群れの健全性を評価する上でも重要な指標となる (Matschke 1964; Kaji 1988)。野生動物では、一般的に交尾や出産の直接確認が難しいため、妊娠率は、繁殖時期に捕獲された雌の胎子有無の確認にて算出される (Ahmad *et al.* 1995; Gethöffer *et al.* 2007; Herrero *et al.* 2008)。冬眠など季節的な行動により妊娠個体の標本が得にくい場合、胎盤痕や泌乳の有無の確認が代用されている (Tsubota *et al.* 1990; Asano *et al.* 2003)。また非侵襲的に実施する場合には、血中、糞中、尿中のホルモン動態の確認なども用いられている (Macchi *et al.* 2010)。

国内に生息する大型有蹄類の中で、ニホンジカ (*Cervus nippon*) やニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) では、20年以上前に妊娠率が算出され、現在もその動態把握

<sup>1</sup>兵庫県森林動物研究センター・<sup>2</sup>兵庫県立大学自然・環境科学研究所

や地域比較が行われている (Kita *et al.* 1987; Koizumi *et al.* 2009)。これに対して、ニホンイノシシ (*Sus scrofa leucomystax*; 以下イノシシと表記) の妊娠率は、報告が極めて少ない。また、科学的根拠に基づいた信頼性の高い値かどうかの検証も十分でない。そのため、イノシシの妊娠率は、個体数の推定にも活用されていない。さらに、生息環境の変化の影響、イノブタとの交雑による影響などの検討も行われていないのが現状である。

妊娠率の算出が難しい第一の原因は、イノシシ特有の狩猟形態により、妊娠個体が得にくかったことにある (Tsuji *et al.* 2013)。食肉資源としての価値が極めて高いイノシシでは、その捕獲数は資源的価値の高まる 11~12 月に急増し、価値が下がる 1 月以降に激減するというパターンをもつ。しかし最も捕獲数の多い時期には妊娠個体がほとんど確認されない。つまり、捕獲数の多い時期は、妊娠確認が不可能な時期となるため、これまで胎子確認による妊娠率の算出にあたって、統計的分析に資するほどの標本数を確保できてこなかった。第二の原因は、イノシシの妊娠率を的確に算出する方法が整理されていないことである。近年、胎子確認にて算出されたイノシシの妊娠率が 32% (姉崎・坂庭 2010) と、ヨーロッパのイノシシの報告 (63~100%) (Fonseca *et al.* 2004; Gethöffer *et al.* 2007; Fonseca *et al.* 2011) に比べて著しく低い結果が得られている。従来算出方法である胎子確認では、妊娠率を的確に算出できていない可能性が推測され、日本のイノシシの特性にあった独自の妊娠率算出方法が求められる。

上記の問題の解決に向けて、本研究では、妊娠個体を胎子確認にて検出することに加え、出産後個体を過去の妊娠の有無を確認することで検出することとし、新たな妊娠率算出指標として、妊娠黄体退縮物に着目した。これは、妊娠維持に機能していた妊娠黄体が、出産後卵巣内に埋没したものである (高橋ほか 1999)。出産後も一定の期間残存するため、妊娠黄体退縮物の有無を確認することで、出産後の個体や授乳を終えた個体でも過去の妊娠歴を把握できる (Yamashita 1962; Kita *et al.* 1995)。また妊娠黄体退縮物は、ほとんど全ての哺乳類動物で作られるため、胎盤痕が残らない種にも適用可能である。国内ではニホンジカやニホンカモシカ (Sugimura *et al.* 1984; Kita *et al.* 1995)、海外では有蹄類だけでなく鯨類 (Born 1982) においても、妊娠黄体退縮物を活用して、妊娠履歴が把握されている。ただしイノシシでは、これまでに妊娠黄体退縮物を指標として妊娠歴を判定した報告はない。

以上の背景より、本研究では、イノシシの妊娠率を適切に算出することを目的として、胎子および妊娠黄体退縮物を併用する新たな妊娠率算出方法を検討した。まず、妊娠率の算出に適切な時期の把握、次に妊娠黄体退縮物の判別の可否を検討した。その後、妊娠黄体退縮物の有用性を評価するために、同じく出産後個体の指標となる泌乳との比較を行った。

## 6-2. 材料と方法

### 材料

本研究では、適切な妊娠率算出方法を検討するために、性成熟に達した繁殖可能個体を分析する必要がある。兵庫県のイノシシのほとんどは、1歳の12月以降に性成熟に達する（辻 2013）。したがって本研究では、繁殖可能個体として、12～4月に捕獲された1歳と年間通じて捕獲された2歳以上のメスを対象とした。2004年から2011年に狩猟および有害捕獲にて捕獲された繁殖可能個体142頭を解剖し、卵巣と胚および胎子を採取した。

### 妊娠率算出指標の観察

従来の指標である胚および胎子の有無は、肉眼観察にて行った。これらが確認された場合は「胎子+」、確認されなかった場合は「胎子-」と区別した。

妊娠黄体退縮物は組織観察により判別した。組織標本の作製手順として、まず卵巣を10%ホルマリン液で固定後、約4mm間隔にスライスした。その標本を脱水透徹後パラフィン包埋し、100 $\mu$ m間隔で厚さ4 $\mu$ mに薄切した。薄切した組織切片には、ヘマトキシリン・エオジン染色、弾性線維を染め分けるためのエラスチカ・ワンギーソン染色、膠原線維を染め分けるためのマッソン・トリクローム染色を行った。次に妊娠黄体退縮物の判別には、イノシシの亜種の一つのブタ (*Sus scrofa domestica*) の卵巣所見 (Yamashita 1959; Yamashita 1960a; Yamashita 1960b; Yamashita 1962) を基準とした。ブタでは、妊娠黄体退縮物は退行段階に応じて Type I からIVまで4区分されており、最長残存期間は3年である。この中で最初の退行段階 Type I が観察されるのは、出産後約1年間である。これより本研究では、過去1年以内の繁殖時期に妊娠したかどうかを把握するために Type I の有無を確認し、その有無にて「退縮物+」、「退縮物-」と区別した。

比較指標とした泌乳の有無は個体の捕獲現場にて随時行い、その確認可否にて「泌乳+」、「泌乳-」と区別した。

### 妊娠率算出可能時期の把握

妊娠率を的確に算出できる時期を検討するために、まず、妊娠個体から得られた胎子の体重から胎齢を推定し、受胎時期と出産時期を算出した。胎齢推定には、イノシシの亜種の一つである Iberian wild boar (*Sus scrofa baeticus*) の飼育個体から作成された推定式を引用した (Vericad 1983)。ただし、妊娠期間と出生体重を日本のイノシシの値とするために推定式を改変した。式の変換に当たって、妊娠期間は日本のイノシシの飼育個体の報告 (兼光ほか 1988) より  $117.1 \pm 0.85$  日 (N=7)、出生体重は 804g (Tsuji *et. al* 2013) とした。

Iberian wild boar の胎齢推定式： $T = Ps^{1/3} / 0.097 + 24.1$

本研究で用いた胎齢推定式： $T = Ps^{1/3} / 0.097 + 21.1379$

$T$ が一腹内の平均胎齢、 $Ps$ が一腹内の平均胎子体重を示す。

胎齢推定にて算出された受胎時期と出産時期をもとに、最も早い受胎月～最も遅い出産月を妊娠期、それ以外の月を非妊娠期と区別した。

次に卵巣中の黄体の有無を肉眼観察にて確認した。黄体は、他の動物において、胚が肉眼で確認できない妊娠初期における妊娠指標として用いられている (Born 1982; Gethöffer *et al.* 2007)。この際、交尾排卵ではない動物では、妊娠黄体と発情黄体の判別が必要となる (Mansell 1971; Kita *et al.* 1994)。妊娠している個体は妊娠黄体を保有するが、妊娠しておらず発情のみの個体は発情黄体を保有している。したがって、これらを判別しない場合、発情個体も「妊娠あり」と判定してしまい、妊娠率を過大算出する。イノシシでは、現時点では、この判別が不可能であり、“胚は確認できないが黄体を保有する”というメスの妊娠判定ができない (Tsuji *et al.* 2013)。したがって本研究では、このような妊娠判定ができない個体が存在する時期は、妊娠率算出に不適切な期間として除外した。

### 妊娠率算出

妊娠率算出に不適切な期間を除外した後、妊娠期と非妊娠期の妊娠率を算出した。妊娠率算出にあたっては、胎子確認のみの方法 (姉崎・坂庭 2010) と本研究で新たに検討する胎子と黄体退縮物、胎子と泌乳の確認を組み合わせた方法を用い、算出方法の適正と各指標の有用性を評価した。

### 統計処理

受胎と出産時期の外れ値の検出には、Smirnov-Grubbs 検定を用い、危険率は 0.01% とした。

## 6-3. 結果

### 妊娠率算出に適した時期

受胎時期は 12 月上旬から 3 月中旬の期間にあり 1 月下旬をピークとし、1 例のみ 5 月上旬と算出された。出産時期は 4 月上旬から 7 月中旬の期間にあり 6 月上旬をピークとし、1 例のみ 9 月中旬と算出された。5 月中旬に受胎し、9 月中旬に出産すると推定された 1 例は、外れ値として判定された ( $p < 0.01$ )。兵庫県のイノシシ個体群の繁殖サイクルは 12 月から翌年の 11 月を 1 サイクルとし、妊娠期は 12～7 月、非妊娠期は 8～11 月であった (図 1)。

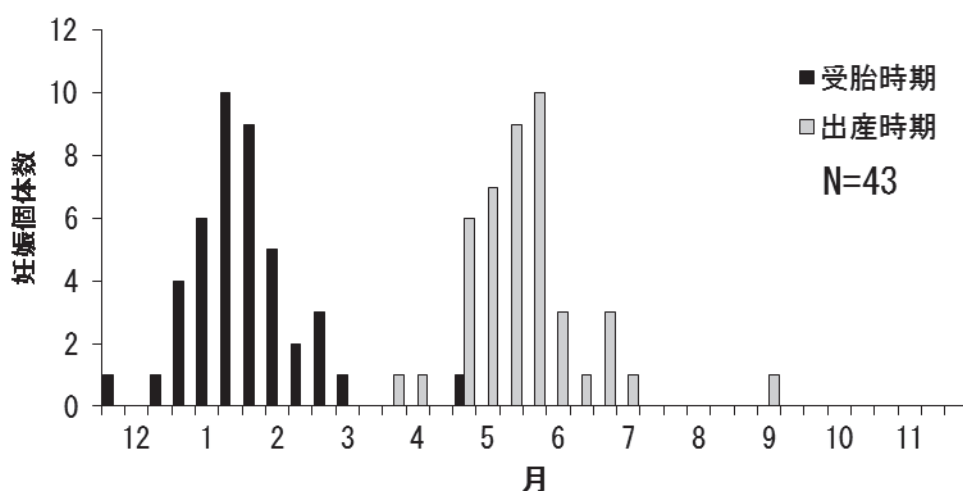


図1 イノシシの受胎時期と出産時期

胚や胎子、黄体が確認された時期には季節性があった。黄体保有個体は12月から確認された。ただし12～3月には、黄体を保有するが、胚が確認できない（胎子－・黄体＋）、つまり発情中もしくは妊娠初期のメスが21頭確認された。2～6月と8月には、黄体と胚や胎子を保有した妊娠メス（胎子＋・黄体＋）が38頭確認された。12～3月と5～11月には、黄体も胚や胎子も確認されなかったメス（胎子－・黄体－）が計83頭確認された。12月から翌年の11月の一繁殖サイクル中で、12～3月は妊娠判定ができない個体が存在したことから、妊娠率算出に不適切な期間と判断した（図2）。

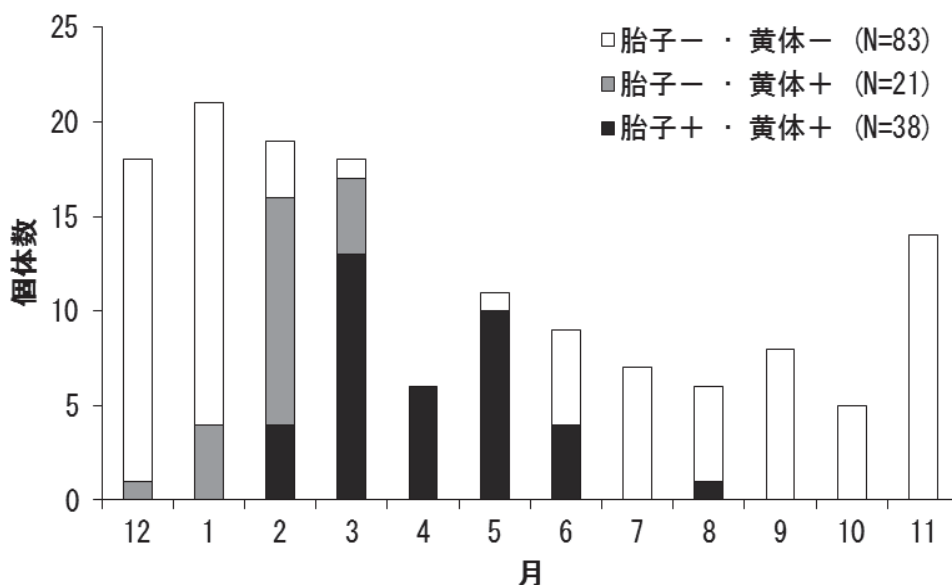


図2 胎子と黄体が確認された時期

### 妊娠黄体退縮物の判別の可否

卵巢の組織観察にて、ブタの報告と同様の組織所見となる妊娠黄体退縮物が観察された。1つの卵巢から様々なタイプの妊娠黄体退縮物が確認された個体もあれば、1タイプのみ確認された個体も存在した。確認された妊娠黄体退縮物の中で、退縮物の内部に退行黄体細胞が存在し、退縮物周囲や血管壁に弾性線維の集積が観察されたものを Type I と判断した (図 3. A と B)。これに対して退行黄体細胞が消失し、退縮物内の

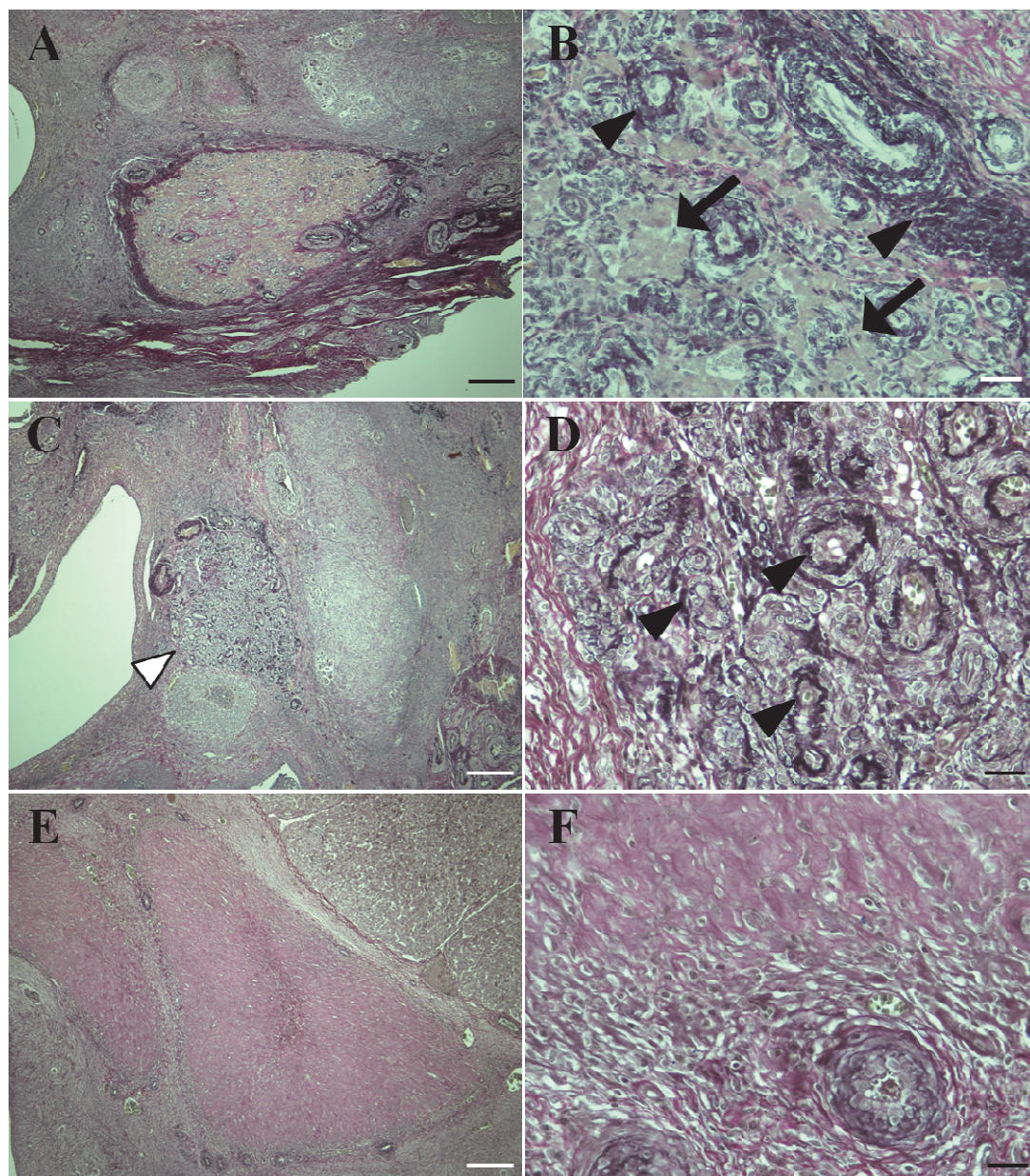


図 3 妊娠黄体退縮物の判別

A と B は、妊娠黄体退縮物 Type I、C と D は Type I よりも古い妊娠黄体退縮物、E と F は発情黄体の退縮物の組織像。A~D の妊娠黄体退縮物からは、血管壁やその周囲に弾性線維の集積が確認された (矢印)。妊娠黄体退縮物 Type I には退行した黄体細胞が確認された (矢頭)。エラスチカ・ワンーギンソン染色。Scale bar=300  $\mu$ m (A, C, E)、30  $\mu$ m (B, D, F)。

血管の大きさや数が増加したものは、Type II 以降の妊娠黄体退縮物だと判断された（図 3. C と D）。さらに弾性線維の集積が観察されず、退縮物内がヒアリン物質で占められていたものは、発情黄体退縮物と判断された（図 3. E と F）。以上より黄体退縮物 Type I の識別は可能であった。

#### 泌乳と妊娠黄体退縮物の有用性の比較

出産後の個体を検出する指標として、妊娠黄体退縮物 Type I と泌乳の有用性の比較を行った（表 1）。4～11 月に胚や胎子が確認されなかったメス 45 頭中、妊娠黄体退縮物 Type I は 5～11 月に 40 頭から確認された。これに対して泌乳は 5～9 月と 11 月に 15 頭から確認された。両指標は 5～6 月は同数が確認されたが、7 月以降は泌乳の確認数が減少した。また泌乳が確認されたすべての個体から黄体退縮物 type I が確認された。以上より、出産後の個体を検出する指標としては、妊娠黄体退縮物 Type I の方が泌乳よりも確認可能期間が長いことが明らかとなった。

表 1 黄体退縮物と泌乳の確認数の比較

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	合計
退縮物+	0/0	1/1	4/5	6/7	5/5	8/8	4/5	12/14	40/45
泌乳+	0/0	1/1	4/5	4/7	2/5	3/8	0/5	1/14	15/45

#### 異なる指標の組み合わせにて算出された妊娠率の比較

妊娠率の算出は、妊娠期（4～7 月）と非妊娠期（8～11 月）の標本を用いて、方法で示した 3 パターンの指標を組み合わせで行った。

まず胎子と妊娠黄体退縮物 Type I 確認の併用による妊娠率は、妊娠期が 93.94%、非妊娠期が 90.91%となり、全体として 92.42%と算出された（表 2. a）。次に胎子確認のみでは、妊娠期が 60.61%、非妊娠期が 3.03%となり、全体として 31.82%と算出された（表 2. b）。最後に胎子と泌乳確認の併用では、妊娠期が 87.88%、非妊娠期が 21.21%となり、全体として、54.55%と算出された（表 2. c）。以上より、妊娠期と非妊娠期に出産後個体を見逃しなく検出した胎子と妊娠黄体退縮物 Type I の併用による妊娠率が最も高く算出された。

## 6-4. 考察

#### 妊娠黄体退縮物の判別とその有用性

本研究は、イノシシの卵巢の組織観察をすることで、妊娠黄体退縮物の判別が可能であることを明らかにした（図 3）。主な判別ポイントをまとめると、過去 1 年以内に形成された妊娠黄体退縮物（Type I）とそれよりも前に形成された古い妊娠黄体退縮物（Type II～IV）の新旧判定には、組織切片にエラスチカ・ワンギーソン染色施し、変性黄体細胞や弾性線維の集積の有無を確認する手法が有効であった。発情黄体退縮物と

表 2 各妊娠指標とその組み合わせによって算出された妊娠率

(a) 胎子と退縮物を指標とした場合

	N	胎子+	胎子-, 退縮物+	胎子-, 退縮物-	妊娠率 (%)
4-7月 (妊娠期)	33	20	11	2	93.94
8-11月 (非妊娠期)	33	1	29	3	90.91
合計	66	21	40	5	92.42

(b) 胎子のみを指標とした場合

	N	胎子+	胎子-	妊娠率 (%)
4-7月 (妊娠期)	33	20	13	60.61
8-11月 (非妊娠期)	33	1	32	3.03
合計	66	21	45	31.82

(c) 胎子と泌乳を指標とした場合

	N	胎子+	胎子-, 泌乳+	胎子-, 泌乳-	妊娠率 (%)
4-7月 (妊娠期)	33	20	9	4	87.88
8-11月 (非妊娠期)	33	1	6	26	21.21
合計	66	21	15	30	54.55

の判別には、マッソン・トリクローム染色にて、ヒアリン物質の有無を確認することで可能となった。

次に本研究では、妊娠黄体退縮物 Type I が妊娠率の算出指標として有用であるかどうかを評価するために、泌乳確認 (Fonseca *et al.* 2004) と比較した。両者の確認数の違いは 7~11 月に認められ、泌乳確認の方が少なかった (表 1)。イノシシの授乳期間は約 3 か月間であることから (江口 2003)、兵庫県のイノシシでは、7 月以降には授乳を終えた個体が存在したと考えられる。したがって、7 月以降も泌乳確認をもって妊娠率を算出すると、出産後個体の見落としが発生し、妊娠率を過小算出すると判断された (表 2 c)。過少算出を避けるには、妊娠率算出の期間を泌乳確認が確実にできる 4~6 月に限定しなければならず、短期間で十分な標本数を集めることが難しいと考えられた。これに対して、妊娠黄体退縮物 Type I は、5~11 月の期間に胎子が確認されなかった個体の 92.1% から確認され、11 月までその数は減少しなかった (表 1)。さらに妊娠黄体退縮物 Type I は、泌乳個体のすべてから確認されたことより、泌乳確認より精度の高い指標であると考えられた。

他の動物では、出産後個体を検出する指標として、胎盤痕が利用されている (Tsubota



*et al.* 1990; Mowat & Slough 1996)。しかしイノシシ科については、母体と胎子の結合性が低い上皮絨毛性胎盤であるために胎盤痕は残らない (Friess *et al.* 1980)。そのためイノシシでは、胎盤痕を出産後個体の指標として用いることはできない。

以上より、本研究では、見落としなく出産後個体を長期間検出できる妊娠黄体退縮物 Type I が、胎子確認を補う妊娠率算出指標として有用性が高いと判断した。妊娠黄体退縮物 Type I の確認には、費やす時間と技術が求められるものの、標本収集の困難さが大きな課題であるイノシシについては、できる限り長期間確認可能な指標を採用して、より多くの捕獲個体を活用することが最も優先度が高いと考えられる。そのため妊娠期以外の標本から確実に判定可能な黄体退縮物を査定する手法を採用することが最終的には効率が良いと判断される。

### 妊娠率算出に適した時期

兵庫県のイノシシの受胎・出産時期には、妊娠期間とほぼ同じ約 4 か月の変異幅があることが明らかとなった (図 1)。この受胎・出産時期の変異幅を図示した (図 4 上)。図の通り、変異幅が 4 か月あるということは、12 月に受胎して 4 月に産する個体がいる一方で、3 月に受胎し 7 月に産する個体も存在することを意味する。さらに、イノシシ科は受胎後約 20 日間 (図 4 の妊娠初期) は胚が肉眼では確認できない大きさである (Perry & Rowlands 1962) ため、12~4 月までは、胚が確認できない妊娠個体が存在する可能性がある。したがって、どの時期も、胎子有無が判定できない妊娠初期個体や出産後個体が存在することが推測される。比較として、ニホンジカの受胎・出産時期の変異幅を Suzuki *et al.* (1996) の報告を元に図示した (図 4 下)。ニホンジカにも変異幅は約 3 か月存在するが、妊娠期間が約 230 日と長いため、2~4 月の 3 か月間は、イノシシのような見落としなく、胎子有無にて妊娠判定が可能である。以上の受胎・出産時期の推定結果から、イノシシでは、妊娠期間とほぼ同じ約 4 か月の変異幅があるという特徴が原因で、胎子確認だけでは妊娠率が過小算出される可能性が示唆された。

### 妊娠率算出

本研究では、4~11 月に胎子が確認された妊娠個体と妊娠黄体退縮物 Type I が確認された出産後個体を組み合わせることで妊娠率を算出することができた (表 2 a)。この手法は、イノシシの妊娠率を算出するにあたって生じていた 2 つの問題を解決した。一つ目の問題は、胎子確認のみによる算出方法では妊娠率を過小算出する可能性があったことである。過去に唯一報告されたニホンイノシシの妊娠率 32% は、年間を通じて得られた個体の胎子確認のみで算出されていた (姉崎・坂庭 2010)。本研究でも同じように胎子確認のみの場合の妊娠率は 31.82% と低く算出された (表 2 b)。これに対して胎子と妊娠黄体退縮物 Type I の確認は 92.42% と算出された (表 2 a)。この違いは、妊娠黄体退縮物の確認を行うことで、出産後の個体を検出できたからである。したがっ

## イノシシ (辻 2013 より)

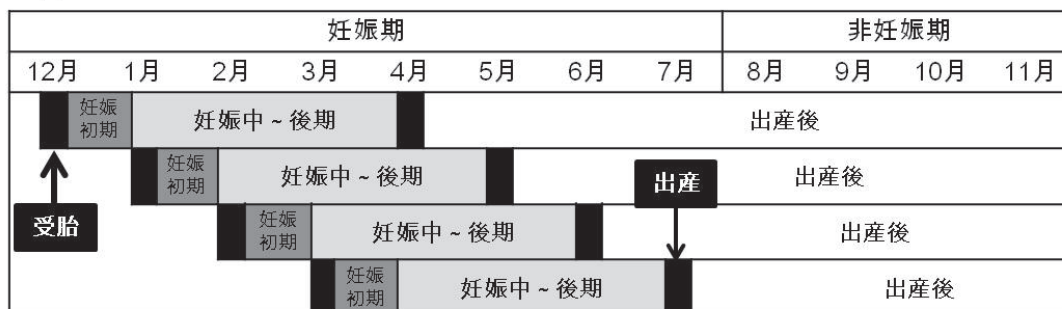
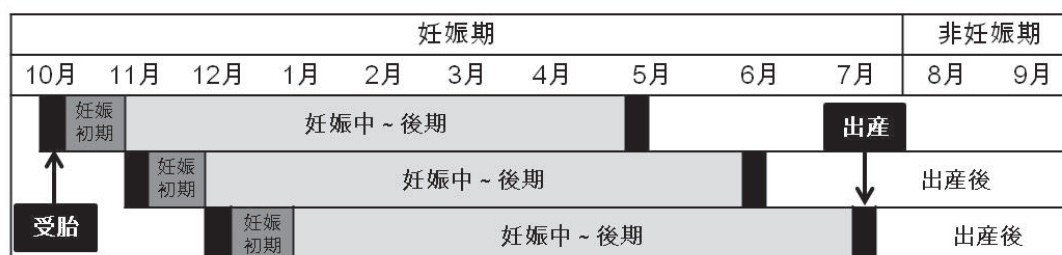
ニホンジカ (Suzuki *et al.* 1996 より作図)

図 4 イノシシとニホンジカの受胎・出産時期の変異幅を示す模式図

妊娠初期（濃い灰色の部分）では、胚が肉眼観察できるまで成長していない時期、妊娠中～後期（薄い灰色の部分）は胚が胎子に成長し、肉眼観察が可能な時期である。

て、胎子確認のみでは、その年の繁殖期に妊娠したが調査時には胎子が確認できない妊娠初期個体と出産後個体を見逃し、イノシシの妊娠率を過小算出することが明らかとなった。本研究にて、妊娠判定ができない期間を除外し、確実に判定ができる4～11月において、胎子確認に加えて、妊娠黄体退縮物 Type I の確認を行うことでより正確な妊娠率が算出できることが示された。

もう一点の問題は、狩猟圧の高い時期とイノシシの妊娠期のずれにより妊娠個体が得にくく妊娠率が算出できなかったことである。本研究の新たな算出方法では、妊娠個体が得にくいという問題点を妊娠黄体退縮物 Type I の確認によって出産後個体を多く検出することで改善した。とくに狩猟圧の高い11月に捕獲された非妊娠個体でも妊娠黄体退縮物 Type I の確認によって妊娠歴を把握することで活用できるようになった。また妊娠率算出に有効な期間を4～11月の8か月間とすることで、多くの捕獲個体、とくに有害捕獲にて駆除された個体をモニタリング材料として利用できるようになった。以上より、本研究の新たな妊娠率算出方法は、標本収集の難しさという問題を解決した点で、汎用性が極めて高いと考える。

以上をまとめてイノシシの妊娠率の算出に適した期間と指標を次に示す。

調査期間：4～11月

算出指標：胚や胎子と妊娠黄体退縮物 Type I

算出式：

$$\text{妊娠率 (\%)} = \frac{\text{胎子確認個体数} + \text{妊娠黄体退縮物 Type I 確認個体数}}{\text{全体のメスの数}} \times 100$$

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、2003年から2011年に兵庫県猟友会の多くの支部の皆さまに標本をご提供頂きました。皆さまの多大なるご協力なしでは本研究は遂行できませんでした。この場を借りて、深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- Ahmad, E., Brooks, JE., Hussain, I., and Khan, MH. 1995. Reproduction in Eurasian wild boar in central Punjab, Pakistan. *Acta Theriol* 40:163-163.
- 姉崎智子・坂庭浩之. 2010. イノシシにおける個体群パラメーターの解明. 百瀬浩 編 営農管理的アプローチによる鳥獣害防止技術の開発成果報告書. pp.55-60. (独)農研機構 中央農業総合研究センター, 筑波.
- Asano, M., Matoba, Y., Ikeda, T., Suzuki, M., Asakawa, M. and Ohtaishi, N. 2003. Reproductive characteristics of the feral raccoon (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. *J vet med sci* 65 (3): 369-373.
- Bailey, JA. 1984. Wildlife reproduction. In: Bailey, JA, (ed) Principles of wildlife management. pp 142-154. John Wiley and Sons, New York.
- Born, E. 1982. Reproduction in the female hooded seal, *Cystophora cristata* Erxleben, at south Greenland. *J Northwest Atl Fish Sci* 3: 57-62.
- 江口祐輔. 2003. イノシシから田畑を守る おもしろい生態とかしこい防ぎ方. pp.152. (社)農村漁村文化協会, 東京.
- Fonseca, C., Santos, P., Monzón, A., Bento, P., Alves, S., Alves, J., Silvério, A., Soares, A., and Petrucci-Fonseca, F. 2004. Reproduction in the wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus., 1758) populations of Portugal. *Galemys* 16: 53-65.
- Fonseca, C., Alves, S., Alves, J., Vingada, J., and Soares, A. 2011. Reproductive performance of wild boar females in Portugal. *Eur J of Wildl Res* 57 (2): 363-371.
- Friess, AE., Sinowatz, F., Skolek-Winnisch, R. and Träutner, W. 1980. The placenta of the pig. *Anat Embryol (Berl)* 158 (2): 179-191.
- Gethöffer, F., Sodeikat, G., and Pohlmeier, K. 2007. Reproductive parameters of wild

- boar (*Sus scrofa*) in three different parts of Germany. *Eur J of Wildl Res* 53(4): 287-297.
- Herrero, J., García-Serrano, A., and García-González, R. 2008. Reproductive and demographic parameters in two Iberian wild boar *Sus scrofa* populations. *Acta Theriol* 53(4): 355-364.
- Kaji, K. 1988. Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition of sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. *Acta Theriol* 33: 187-208.
- 兼光秀泰・藤井勉・河南有希子. 1988. 飼育下におけるニホンイノシシの出産期, 妊娠期間産子数. *動水誌*, 30: 6-8.
- Kita, I., Sugimura, M., Suzuki, Y., Tiba, T. and Miura, S. 1987. Reproduction of female Japanese serow based on the morphology of ovaries and fetuses. Soma H. (ed) *The Biology and Management of Capricornis and Related Mountain Antelopes*. pp321-331. Springer Netherlands.
- Kita, I., Eguchi, M., Takatsuki, S., Koizumi, T., and Tsubota, T. 1995. Validity of retrograde corpora lutea of pregnancy as an index of past gestation in Sika deer, *Cervus nippon*. *J Vet Med Sci* 57(6): 1029-1033.
- Kita, I., Takatsuki, S., and Tiba, T. 1994. Histological difference between retrograde corpora lutea of pregnancy and those of estrus in sika deer, *Cervus nippon*. *J Vet Med Sci* 56(2): 309-314.
- Koizumi, T., Hamasaki, S., Kishimoto, M., Yokoyama, M., Kobayashi, M. and Yasutake, A. 2009. Reproduction of Female Sika Deer in Western Japan. McCullugh D.R., Takatsuki, S. and Kaji, K. (eds) *Sika Deer*. pp327-350. Springer Japan, Tokyo.
- Macchi, E., Cucuzza, AS., Badino, P., Odore, R., Re F., Bevilacqua, L. and Malfatti, A. 2010. Seasonality of reproduction in wild boar (*Sus scrofa*) assessed by fecal and plasmatic steroids. *Theriogenology* 73(9): 1230-1237.
- Mansell, WD. 1971. Accessory corpora lutea in ovaries of white-tailed deer. *J Wildl Manage* 35(2): 369-374.
- Matschke, GH. 1964. The influence of oak mast on European wild hog reproduction. In: *Proc Annu Conf Southeast Assoc Game Fish Comm*, 18: 35-39.
- Mauget, R. 1982. Seasonality of reproduction in the wild boar. In: Cole, D. and Foxcroft, G. (eds) *Control of Pig reproduction*. pp 509-526. Butterworths, London.
- Mowat, G., Boutin, S. and Slough, BG. 1996. Using placental scar counts to estimate litter size and pregnancy rate in lynx. *J Wildl Manage* 60(2): 430-440.
- Perry, J. and Rowlands, I. 1962. Early pregnancy in the pig. *J Reprod Fertil* 4(2): 175-188.
- Read, J. 1990. Age at sexual maturity and pregnancy rates of harbour porpoises *Phocoena phocoena* from the Bay of Fundy. *Can J Fish Aquat Sci* 47(3): 561-565.

- Sugimura, M., Kita, I., Suzuki, Y., Atoji, Y. and Tiba, T. 1984. Histological studies on two types of retrograde corpora lutea in the ovary of Japanese serows, *Capricornis crispus*. *Zool Anz* 213(1-2): 1-11.
- Suzuki, M., Kaji, K., Yamanaka, M., Ohtaishi, N. 1996. Gestational age determination, variation of conception date, and external fetal development of sika deer (*Cervus nippon yesoensis* Heude, 1884) in eastern Hokkaido. *J Vet Med Sci* 58 (6): 505-509.
- 高橋迪雄・塩田 邦郎・西原 真杉・森 裕司. 監修. 1999. 哺乳類の生殖生物学. pp.300. 学窓社, 東京.
- Tsubota, T., Kanagawa, H., Mano, T., and Aoi, T. 1990. Corpora albicantia and placental scars in the Hokkaido brown bear. *Bears: Their Biology and Management* 8: 125-128.
- Tsuji, T., Yokoyama, M., Asano, M., Suzuki, M. 2013. Estimation of the fertility rates of Japanese wild boars (*Sus scrofa leucomystax*) using fetuses and corpora albicans. *Acta Theriol* 58(3): 315-323.
- 辻知香. 2013. ニホンイノシシ (*Sus scrofa leucomystax*) の個体群動態に関わる繁殖特性の解明. pp. 118. 岐阜大学大学院連合獣医学研究科 博士論文.
- Vericad, J. 1983. Estimaci n de la edad fetal y per odos de concepci n y parto del jabali (*Sus scrofa*) en los Pirineos occidentales. *In vet* 5 (1): 91-95.
- Yamashita, T. 1959. Histological studies on the ovaries of sows: I.: Histological observations on the five groups of structures found on ovarian surfaces with special reference to Hematoxylin-Eosin section-preparations. *Jpn J Vet Res* 7 (1-4): 177-202.
- Yamashita, T. 1960a. Histological studies on the ovaries of sows: II.: On the behavior of argyrophil febers in the various structures of ovaries. *Jpn J Vet Res* 8 (1-4): 107-125.
- Yamashita, T. 1960b. Histological studies on the ovaries of sows: III.: On the elastic fibers of the wall of blood vessels in various hislogical structures. *Jpn J Vet Res* 8 (1-4): 221-236.
- Yamashita, T. 1962. Histological studies on the ovaries of sows: V. Histological observations of the various corpora lutea in the ovaries of sows which have definite histories of parturition. *Jpn J Vet Res* 10 (1): 1-18.