野外におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の 生体捕獲法と化学的不動化法について

大沼 学^{1, 2)}, 高橋裕史³⁾, 浅野 玄⁴⁾, 上野真由美⁵⁾, 鈴木正嗣³⁾, 梶 光一⁶⁾

1) 京都大学霊長類研究所人類進化モデル研究センター 〒 484-8506 愛知県犬山市官林 41

2) 独立行政法人国立環境研究所環境研究基盤技術ラボラトリー環境生物資源研究室

〒 305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

3) 北海道大学大学院獣医学研究科生態学教室 〒 060-0818 北海道札幌市北区北 18 条西 9 丁目

4) 岐阜大学応用生物科学部獣医学講座野生動物医学研究室 〒 501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

5) 北海道大学大学院農学研究科環境資源学専攻北方森林保全学講座 〒 060-0809 北海道札幌市北区北 9 条西 9 丁目

6) 北海道環境科学研究センター 〒 060-0819 北海道札幌市北区北 19 条西 12 丁目

(2004 年 3 月 11 日受領, 2004 年 7 月 1 日採択)

The Capture and Chemical Immobilization of Wild Hokkaido Sika Deer (*Cervus nippon yesoensis*)

Manabu ONUMA^{1, 2)}, Hiroshi TAKAHASHI³⁾, Makoto ASANO⁴⁾, Mayumi UENO⁵⁾,
Masatsugu SUZUKI³⁾ and Koichi KAJI⁶⁾

1) Center for Human Evolution Modeling Research, Primate Research Institute, Kyoto University, Inuyama, Aichi 484-8506, Japan

2) Laboratory of Intellectual Fundamentals for Environmental Studies,

National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

3) Laboratory of Wildlife Biology, Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University,

Kita 18 Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0818, Japan

4) Laboratory of Zoo and Wildlife Medicine, Department of Veterinary Medicine, Faculty of Applied Biological Sciences,

Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan

5) Research Group of Boreal Forest Conservation Division of Environmental Resources, Graduate School of Agriculture,

Hokkaido University, Kita 9 Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0809, Japan

6) Hokkaido Institute of Environmental Sciences, Kita 19 Nishi 12, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0819, Japan

ABSTRACT. The capture and chemical immobilization of wild Hokkaido sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) have started since 1981 at Nakajima Island, Hokkaido, Japan. We reviewed the techniques of capture and chemical immobilization for the deer. The capture techniques that were mainly used at present were a corral trap, the alpine capture system, a box trap, a blowpipe and a dart gun. And xylazine-ketamine mixture or medetomidine-ketamine mixture were commonly used for chemical immobilization. The induction dosage of xylazine-ketamine mixture as follow, xylazine: 1.2 - 2.0 mg/kg, ketamine: 1.2 - 6.0 mg/kg. The induction dosage of medetomidine-ketamine mixture as follow, medetomidine: 35.7 - 98.4 μ g/kg, ketamine: 1.6 - 7.7 mg/kg. These mixtures were administered intramuscularly by a blowpipe or a dart gun. During immobilization, respiratory rate, heart rate, rectal temperature and the color of gums were monitored. The normal ranges of respiratory rate, heart rate and rectal temperature were 30 - 40 /min, 50 - 70 /min and 38.0 - 39.5°C, respectively. Atipamezole was used as an antagonist for the both mixtures and administered intravenously and/or intramuscularly. The dosage of atipamezole for xylazine was 1/10 of xylazine dose, for medetomidine was five times of medetomidine dose.

Key words : Hokkaido sika deer, *Cervus nippon yesoensis*, capture, chemical immobilization

Jpn. J. Zoo Wildl. Med. 10(1) : 19-26, 2005

はじめに

エゾシカ (*Cervus nippon yessoensis*) の生体捕獲調査は、1981年に洞爺湖中島において本格的に開始された [1]。その後、阿寒、斜里、白糠においても生体捕獲調査が実施されるようになり、エゾシカの発育成長に関する研究や移動分散に関する研究が大きく進展した。また、2001年からは洞爺湖中島に囲いワナが設置され、2003年までの3年間に、のべ269頭の生体捕獲に成功している [2]。

エゾシカを目隠しやロープなどの物理的保定器具のみによって、安全かつ効果的に保定することは不可能である。そのため、生体捕獲されたエゾシカを保定するためには、不動化薬による化学的不動化（以下、不動化）を実施する必要がある。不動化は体を保定するためばかりではなく、不必要なストレスを捕獲個体と与えることを軽減するためや、作業者の安全を確保するためにも必要な作業である。前述した洞爺湖中島の例のように、近年、一度に不動化されるエゾシカの頭数が増加している。そのため、大量捕獲にも対応できるようにエゾシカの不動化技術の向上が求められている。この総説では、これまでの経験を踏まえて、エゾシカの生体捕獲調査を実施する場合に必要な手法について、特に化学的不動化法を中心に解説した。また、生体捕獲や不動化作業を実施する場合に発生しやすい事故や今後の課題についても言及した。なお、野生動物を野外において生体捕獲および不動化するときの総論的な情報を得るために、釣賀 [3]、濱崎 [4] および岸本 [5] の論文と Schemnitz [6] をぜひ参照していただきたい。特に“野生動物捕獲の三原則（個体の安全、作業者の安全、周辺環境への最低限の影響）”は常に留意すべき重要な概念である。

エゾシカの生体捕獲方法

これまでにエゾシカの生体捕獲方法として用いられた方法は、水上捕獲、追い込みワナ、囲いワナ、アルパインキャプチャーシステム、箱ワナ、吹き矢および麻酔銃である [1, 2, 7, 8]。この中で水上捕獲は死亡率が高く（29%）、捕獲効率も悪いことから現在使用されていない [1]。また、追い込みワナも水上捕獲について死亡率が高く（13%）、外傷例も多かったことから使用されていない [1]。

以下に現在使用されている生体捕獲方法についてその概略を述べる。

1. 囲いワナ（図1）

自然の採食場所や給餌場所などを囲むようにしてフェンスを張り巡らし、集まって来たエゾシカを捕獲する方法。勢子がフェンス内に入り、収容部方向へエゾシカを追い込んでいく。不動化は収容部や暗室において実施する。食物が不足する冬から早春に実施すると効果的である。長所は、エゾシカがワナの中に入るのを恐れないため、大量捕獲が可能であることが挙げられる。しかし、移動が困難なことや、暗室への追い込み作業によってエゾシカが興奮し、フェンスへの衝突や角突きなどによる外傷や死亡事故が発生するといった問題がある。これまでに報告されている1回の捕獲作業あたりの捕獲数（捕獲効率）は44.8～56.5頭/回である [1, 2]。また、このワナを使用した場合の死亡率は4.0～14.0%と報告されている [1, 2]。

2. アルパインキャプチャーシステム（Alpine Deer Group Ltd. 以下アルパイン）（図2）

ニュージーランド製のシカ捕獲用ワナ。移動・設置が比較的簡単であり、囲いワナを設置できない場所でも繰り返して捕獲を行うことで大量捕獲が可能である。導入当初はトリガーに

図1 洞爺湖中島に設置されている囲いワナの概観
高橋ほか [2] より一部改変し引用。

野生エゾシカの捕獲と化学的不動化

図2 アルパインキャプチャーシステムの概観

上図の状態からロープが引かれると、エゾシカを取り囲むようにシートが上昇し下図の状態となる。高橋ほか [7] より引用。

結び付けたロープを操作者が直接引いて作動させる方式であった。そのため操作者をシカが警戒しワナの中に入らない、ワイヤーの擦れる音でシカが逃走してしまうといった問題点が指摘されていた [7]。しかし、トリガー部分を電動式に改造した結果、捕獲効率が向上した [8]。知所は、風によってシートがばたつきエゾシカが警戒する、雨や雪によってシートが上がりづらくなるなど、捕獲時の気象条件によっては使用が難しいことと、同一場所で短期間に連続使用することが多いため、エゾシカの警戒心が増して捕獲数が減少することである [7, 8, 9]。また、捕獲個体がメスに偏る傾向があるという報告もある [7]。これまで報告されている捕獲効率は 0.3 ~ 7.3 頭 / 回, 1.1 ~ 3.5 頭 / 回である [7, 8]。このワナを使用した場合の死亡率は 0 ~ 3.5 % と報告されている [7, 8]。

3. 箱ワナ (図3)

移動や設置にかかる労力が他のワナより少ないうえ、基本的に 1 頭のみが捕獲されるため保定が容易である。そのため小人数で捕獲を行う場合に適した方法である。しかし、角が入り口の柵に衝突することがあるため、オス成獣の捕獲には適していない。エゾシカにおける捕獲効率や死亡率に関する報告はないが、ホンシュウジカ (*Cervus nippon centralis*) に使用した

図3 エゾシカ捕獲用に設置された箱ワナ

場合の死亡率は 9.1 % と報告されている [10]。

4. 麻酔銃および吹き矢

麻酔銃はワナによる生体捕獲なしにエゾシカを不動化できるため、保定するまでのストレスを最小限にすることができる [4]。また、特定の個体を捕獲する場合に適した捕獲法である。しかし、麻酔銃のみで多数の個体を捕獲するのは困難であり、射程距離と専用シリンジの貫通能力の関係を熟知していないと、専用シリンジによる負傷や死亡事故が発生する可能性がある。

吹き矢は射程距離が短いため、単独で使った場合には、人馴れした個体しか捕獲することができないという欠点がある。しかし、シリンジによる事故は少なく、使い捨てのシリンジを使用して吹き矢を作成することが可能で、捕獲にかかるコストを下げることができる。吹き矢による捕獲の死亡率は 0 % と報告されている [1]。

麻酔銃および吹き矢は単独で使われる場合のほかに、1) ~ 3) のワナで捕獲された個体に不動化薬を投与する時にも使用される。

不動化薬の投与

これまで塩化スキサメトニウム [1], 塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合液 (以下, XK 混合液) および塩酸メドミジン-塩酸ケタミン混合液 (以下, MK 混合液) がエゾシカの不動化薬として使用されてきた [11, 12]。しかし、塩化スキサメトニウムを使用した場合には、呼吸停止による死亡例が多かったため現在は使用されていない [1]。したがって、現在使用されているエゾシカの不動化薬は XK 混合液と MK 混合液である。

XK 混合液を使用する場合、導入に必要な投与量は、塩酸

キシラジン；1.2 ～ 2.0 mg/kg，塩酸ケタミン；1.2 ～ 6.0 mg/kg である [11, 13]。XK 混合液の副作用としてチェーン・ストーク呼吸の発生や呼吸の一時停止といった呼吸器系の異常が報告されている [11]。また，塩酸ケタミンの投与量が多い場合には，拮抗薬として使用した塩酸トラゾリンの効果が認められないと報告されている [11]。しかし，囲いワナを使用してエゾシカを捕獲後，塩酸キシラジン 2.0 mg/kg，塩酸ケタミン 6.0 mg/kg を投与して不動化を実施した場合には極端な呼吸器系の異常は観察されず，この混合液が直接の原因と考えられる死亡事故は起きていない [浅野ほか印刷中]。XK 混合液を使用して 60 kg の個体を不動化し，塩酸アチパメゾールで覚醒させた場合のコストは 6,643 円/頭と試算されている [2]。

MK 混合液を使用する場合，導入に必要な投与量は，塩酸メデトミジン；35.7 ～ 98.4 μ g/kg，塩酸ケタミン；1.6 ～ 7.7 mg/kg である [12, 14]。アルパインで捕獲した後，塩酸メデトミジン 60.0 μ g/kg，塩酸ケタミン 4.0 mg/kg を投与してエゾシカを不動化した場合には，導入が速やかであり，血液 pH にも重大な影響がない。

また，拮抗薬として塩酸アチパメゾールを使用すると急速な覚醒が得られることが報告されている [12, 15]。問題点は塩酸キシラジンと比較して高価であることと，現在日本で市販されている溶液（ドミツール，明治製菓）が 1.0 mg/ml という低濃度であることがあげられる。このドミツールを使用してエゾシカの成獣を不動化するには，200.0 mg/ml と高濃度に調整された塩酸ケタミンと混合した場合でも全投与量が 5.0 ml 以上となる場合が多く，シリンジの容量が 5.0 ml 以下である場合が多い麻醉銃や吹き矢によって，一度に全量を投与することが難しくなることが挙げられる。

しかし，市販品からジクロロメタンによって塩酸メデトミジンを抽出するか，市販品を凍結乾燥して高濃度に調整することが可能であり，これによって投与する液量を少なくすることができる [14, 16]。MK 混合液を使用して，60 kg の個体を不動化・覚醒させた場合のコストは 8,155 円/頭と試算されている [2]。XK 混合液および MK 混合液は，大腿部または上腕部の筋肉内に麻醉銃や吹き矢で投与する。いずれの方法も 1 回の投与容量が限られているため，使用する不動化薬を高濃度に調整しておく必要がある。通常，塩酸キシラジンは 100.0 mg/ml，塩酸メデトミジンは 10.0 mg/ml，塩酸ケタミンは 200.0 mg/ml に調整する。混合液の投与量は視診により推定した体重をもとに決定するが，囲いワナやアルパインを使用した場合には，一度に捕獲される頭数が 20 頭以上になる場合があり，個別に体重を推定しながら投与量を決定していくことは現実的ではない。したがって，これらのワナを使用して大量捕獲を実施する場合には，オス成獣 100 kg，メス成獣 70 kg，子ジカ 30 kg

などとしてそれぞれの体重に応じて不動化薬を充填した麻醉銃や吹き矢用のシリンジを用意しておく，不動化薬の投与が速やかに実施できる。また，これらのワナを使用した場合は，追い込み作業やワナが作動する音によって捕獲個体が興奮していることが多く，柵角やワナの壁への衝突などによって外傷が生じやすい。それを防止する目的で，オス成獣への不動化薬投与を優先して実施する必要がある。また，子ジカについても注意が必要で，1 頭だけになると混乱状態に陥りショックを起こす危険があるので，成獣メスより先に不動化する。

保定および不動化中のモニタリング

不動化薬の効果が現れ始めるとエゾシカは頭頸部を下げ，最終的には横臥する。不動化を確認するためには，最初に体幹部を先の丸い木の棒などで刺激して反応の有無を観察する。体幹部の刺激に対して反応がない場合には，次に耳介や鼻先を刺激してみる。この刺激に対しても反応がないことを確認してから保定作業にはいる。図 4 に不動化薬を投与して保定が完了したエゾシカの状態を示した。

右側横臥の体制にして，舌を引き出し，角膜を保護するため眼軟膏を塗布し，目隠しをする。そして顎を上げ，首全体を伸ばし呼吸をしやすい体勢にする。また，前肢および後肢はそれぞれ自転車ゴムのチューブで縛る。不動化が不完全である場合や，保定作業に対して抵抗を示す個体には，使用した混合液を初回投与の半量筋肉内へ投与する。または，塩酸ケタミンを 50.0 ～ 100.0 mg 頸静脈から投与すると急速に不動化を完全にすることができる。

すべての保定作業が完了してから外部計測やサンプル採取などを行うが，呼吸運動が困難になるため胸腹部の圧迫は避ける。不動化を維持するためには塩酸ケタミンのみを追加投与する。しかし，塩酸ケタミンを追加投与された場合には，拮抗薬を投

図 4 不動化後，保定が完了したエゾシカ

野生エゾシカの捕獲と化学的不動化

図5 XK 混合液 (▲) または MK 混合液 (○) 使用時における直腸温、心拍数、呼吸数の経時的変化
大沼ほか [12] および浅野ほか [13] よりデータを引用し作成。

与しても完全に回復するまでの時間が延長する場合がある。前述した投与量を初回に確実に投与した場合、1時間までの調査作業では追加投与を必要としないことが多い。したがって、不動化薬による事故や覚醒、放獣後の事故を防ぐためにも、調査作業に要する時間を1時間程度として、塩酸ケタミンの追加投与を必要としないような調査計画をたてることが望まれる。

これまでの生体捕獲調査で不動化中に継続してモニタリングした項目は直腸温、心拍数、呼吸数そして口粘膜の状態（色調と毛細血管再充満時間）である。図5にXK混合液およびMK混合液で不動化した場合の直腸温、心拍数、呼吸数の経時的変

図6 調査作業が終了し放獣されるエゾシカ

化を示した。これらの不動化薬を使用した場合は、直腸温が、38.0～39.5℃、心拍数が50～70回/分、呼吸数は30～40回/分の範囲にある場合、不動化が安定しているとみなすことができる [13, 14]。

覚醒と放獣

すべての調査作業が終了したら捕獲個体を覚醒させ放獣する。放獣は以下の条件を満たす場所で行われると理想的である。

1. 地面が平坦でエゾシカが向かって行く方向に障害物、大きな段差が見られない。
2. エゾシカの視界に人が入らない。

このような放獣場所を選定し、目隠しとゴムチューブを外し、抗生物質と拮抗薬を投与する（図6）。エゾシカに対して主に使用されてきた抗生物質はドウペン（田辺製薬）で、通常の投与量は1 ml/10 kg（ベンジルペニシリンプロカイン：150 mg/10 kg、ベンジルペニシリンベネタミン：141.5 mg/10 kg）である。しかし、今後は耐性菌が野外へ広がる可能性を考慮し、投与対象は外傷を負った個体のみに制限したほうが良いと考えられる。現在使用されている拮抗薬は塩酸アチパメゾールで、その投与量は、XK混合液を使用した場合には塩酸キシラジン投与量の1/10量を、MK混合液を使用した場合には塩酸メドミジン投与量の5倍量を筋肉内または静脈内に投与する [12, 浅野ほか印刷中]。あるいは投与量の半量を静脈内投与し、残りの半量を筋肉内や皮下に投与する [17, 18]。どちらの混合液を使用した場合でも初回投与から1時間前後にこの用量で塩酸アチパメゾールを投与すると、ほとんどの個体が10分以内に立ち上がり、歩き出す。 [12, 13]。

エゾシカの生体捕獲調査に伴う事故

生体捕獲調査に伴う事故は、不動化薬を投与する前にエゾシ

力が興奮していると多発する傾向にある。このため調査地の状況や調査目的に応じた適切な捕獲方法を選択し、迅速に不動化薬を投与すべきである [1]。また、生体捕獲の目的を明確にして調査項目を厳選し、捕獲から放獣までの時間を可能な限り短縮することも事故を防止するうえで重要である [2]。

これまでの生体捕獲調査において発生頻度が高かった事故は、外傷、高体温症、嘔吐および呼吸器系の異常である。特に外傷は捕獲作業中の主な死亡原因となっている [1, 2]。また、不動化中の高体温症はそれ自体が問題になるが、捕獲性筋疾患 (capture myopathy, 以下 CM) に関連している点においても重要である。CM は不動化作業が終了して放獣されたエゾシカの死亡と関連している可能性がある [2]。したがって、生体捕獲調査における死亡率を低下させるためには、外傷や高体温症を予防するとともに、それらが発生した場合に適切な処置ができるような準備を十分しておくことが重要となる。

蹄や枯角による外傷 (切創や穿孔創) は罠いワナを使用した場合に主に発生する。これは不動化薬投与前にエゾシカを収容部へ追い込む作業中に捕獲個体が興奮することと、追い込んだ後、収容部内でエゾシカが高密度になることが原因と考えられる。とくに捕獲個体中の枯角オスの割合が高い場合に外傷や圧死という事故が生じやすいと報告されている [2]。対策として、追い込み作業時に捕獲個体を収容部の先端まで追い込みすぎないようにするとともに、追い込み後シカの集団を仕切り扉によって分割し、枯角オス密度を調整するという方法が考えられている [2]。外傷は麻酔銃を使用する場合にも発生する可能性が高い。専用シリンジを射出する圧力が強すぎる場合には、シリンジによる穿孔が生じることがある。特に胸腹部を穿孔した場合は致命的である。また、大腿部に命中した場合は大腿動脈が切断された事故例がある。前述したように、これらを予防する方法として事前に使用する麻酔銃の射程距離と専用シリンジの貫通能力の関係を熟知しておくことがあげられる。それに加えて、火薬式のものや金属製のシリンジを使用するタイプの麻酔銃を使用することは極力避け、軽いプラスチック製の専用シリンジを炭酸ガスの圧力で飛ばす方式の麻酔銃を使用することが薦められる。外傷の治療は一般的な創傷治療法を行うが、この際に投与する抗生物質は放獣後の再投与が不可能なため、長期間持続型のものを使用する。また、受傷部位 (とくに胸腹部の穿孔によって肺や消化管が傷害された場合) によっては予後不良と判断される場合がある。このような場合には、完全に不動化されていることを確認した後で、25 % 以上の塩化カリウム溶液を 10 ~ 20ml 静脈内また心臓へ急速に投与し、安楽死させる。

哺乳類において体温が 41.0 °C を超えた場合、細胞の代謝が亢進し酸素の消費が供給量を上回り、細胞の酸素不足が生じる

ようになる [19]。この現象は中枢神経系、肝臓、腎臓などで生じやすい。とくに中枢神経系の細胞は、酸素不足により障害を受けやすい [19]。したがって、捕獲個体の体温が 40.0 °C を超えた場合には、体温を積極的に下げる努力をすべきである [20]。これまでのエゾシカ生体捕獲調査において高体温症が直接原因となる死亡は発生していないが、不動化された捕獲個体の平均体温が 40.0 °C を超えた事例は、アルパインを使用した大量捕獲時に報告されている。また、Suzuki ほか [15] はアルパインで捕獲した後に不動化された個体と、麻酔銃を使用して直接不動化した個体の体温を比較した結果、アルパインを使用した個体の体温が有意に高いことを報告している。その他に、罠いワナを使用した場合においても体温が 40.0 °C を超えた個体が観察されている [14]。これらのワナを使用した場合に体温が上昇しやすいことの原因は、不動化薬が投与されるまでに、捕獲個体がワナの中を走り回ること (アルパイン) や捕獲個体の追い込み作業があるため (罠いワナ) だと考えられる。このため、これらのワナを使用してシカを捕獲する場合には、不動化薬を速やかに投与するとともに、不動化中の体温のモニタリングを必ず実施しなければならない。そして 40.0 °C 以上の体温が持続する個体に対しては、水や雪を利用して、体温を低下させる処置を速やかに実施する。冷水を直腸内へ注入することも体温を低下させる有効な方法である [21]。

高体温症は CM の臨床症状としても重要である。CM は捕獲時の激しい運動で過剰に乳酸や熱が発生し、それが原因で横紋筋が障害され発症すると考えられている [20]。実際に、2001 年から 2003 年にかけて洞爺湖中島で罠いワナを使用して行われたエゾシカの大量捕獲時には、CM が原因と考えられる死亡例が報告されている [2]。CM は急性に進行する場合と捕獲後数日して発症する場合がある。高体温は重要な臨床症状であるが、そのほかに心拍数と呼吸数の増加、筋の硬直、振せん、運動障害など症状は様々で、臨床症状のみから CM と確定診断をくだすことは難しい。臨床病理学的な重要所見は、代謝性アシドーシス、障害された筋組織由来のクレアチンキナーゼおよび AST の上昇である [20]。しかし、野外では使用できる診断機器に制限があるため、これらの血液性状を不動化作業中に検査することは難しい。また、覚醒・放獣後、問題が生じた個体を再捕獲し治療することも困難である。したがって、CM 対策は発生後の治療よりも発生の予防に重点をおくべきである。現在のところ CM の発症を予防する現実的な方法としては、①捕獲作業中、過度にエゾシカを興奮させることを避け速やかに不動化薬を投与する、②不動化時間を可能な限り短縮し過度の捕獲ストレスをかけない、③ 40 °C 以上の体温が持続する個体に対しては、前述した方法で積極的に体温を下げる処置を施すという三つがあげられる。

作業者の安全確保

濱崎 [4] は、野生動物捕獲の三原則を提唱するなかで、作業者の安全確保には捕獲個体の安全確保より配慮すべきであるとしている [4]。これまで行われてきたエゾシカの生体捕獲や不動化作業において、作業者に重大な事故は起こっていない。しかし、今後も安全な生体捕獲調査を実施していくためには、以下の点に留意する必要がある。

まず、捕獲されたエゾシカによる作業者の負傷を防ぐため、不動化薬投与後に横臥しても、安易に捕獲個体に近づいたり触れたりしてはいけな。横臥はしていても、不意に頭部や四肢を動かす場合があるからである。また、エゾシカを覚醒させ、放獣する場合にも攻撃を受ける可能性がある。とくに角と副蹄は注意が必要で、これらによって作業者が重大な外傷を負う可能性がある。したがって、保定作業や放獣作業を単独で行ってはいけな。また、シカの状態を判断できる熟練者が常に保定作業や放獣作業に立ち会っていることが望まれる。

使用する不動化薬の作業者への誤投与についても注意が必要である。すでに述べたように、現在、使用頻度が高い不動化用の薬品は塩酸キシラジン、塩酸メデトミジンおよび塩酸ケタミンである。国内における塩酸キシラジンのヒトへの誤投与例については情報が少ない。しかし、海外では幾つかの誤投与例が報告されている。Hoffmann [22] は 1.5 g の塩酸キシラジンがヒトに投与された例を報告している。投与後に見られた症状は意識の消失、低血圧、除脈そして軽度の高血糖であり、治療のため気管挿管と呼吸管理が必要であったと報告している。この事例では 30 時間後に完全な回復が見られている。Samanta [23] は 200.0mg の塩酸キシラジンを誤投与された例を報告している。この事例でも同様な症状が見られ、数時間後に完全な回復が見られたと報告されている。通常、塩酸キシラジンはエゾシカ 1 頭あたり 50.0 ～ 150.0 mg 投与するが、この量がヒトに投与された場合も同様な症状が発現する可能性が高い。

塩酸メデトミジンの誤投与例については国内外問わずに情報が少ない。通常、塩酸メデトミジンはエゾシカ 1 頭あたり 1.8 ～ 4.2 mg 投与するが、Scheinin [24] は健康な男性に 25.0 ～ 120.0 μ g の塩酸メデトミジンを実験的に静脈注射した例を報告している。この場合、血圧の低下、心拍数の減少、心拍出量の減少そして鎮静効果が容量依存的に観察されている。したがって、エゾシカへの投与量が誤投与された場合には強い鎮静効果や循環器系の抑制が生じると考えられる。

塩酸ケタミンはヒト用の全身麻酔薬としても利用されており、ヒトでの投与量は 5.0 ～ 10.0 mg/kg である。この投与量はエゾシカの投与量とほぼ同一であり、塩酸キシラジンや塩酸メデトミジンと混合したあとももちろんであるが、塩酸ケタミ

ンのみが誤投与された場合でもヒトは全身麻酔状態になる。

このように不動化薬のヒトへの誤投与は呼吸器系および循環器系に抑制作用をもたらし、生命の危険が生じる。このため誤投与はあってはならない事故であり、考えられるすべての予防策を講じるべきである。以下に具体的な予防策を述べる。

1. 不動化薬を注入するためのガスや空気を麻酔銃や吹き矢用のシリンジに充填する作業は投与直前に行う。
2. 不動化薬を充填した吹き矢用のシリンジや麻酔銃用のシリンジには、使用直前まで針先にカバーをつけておく。
3. ガスや空気を充填したシリンジは衣服のポケットに入れない。
4. ガスや空気を充填したシリンジを不用意に持ち歩かない。
5. 使用しない場合には直ちに充填したガスや空気を抜く。

万が一、不動化薬が作業者に投与された場合、呼吸の状態を観察しながら（必要であれば人工呼吸を行う）、直ちに最寄の医療機関へ搬入する。このとき、拮抗薬を投与してはいけな。また、医療機関へは投与した薬品を持参し、塩酸キシラジンや塩酸メデトミジンは α 2 作動薬であることを医師に告げる。

おわりに

野生エゾシカの生態学、獣医学的研究は現在も進行中である。今後も不動化方法は、生体捕獲方法の改善や研究目的に応じて変更あるいは改良しなければならない。今後の改良点の一つとして、不動化中のモニタリングすべき生理学的指標に、パルスオキシメーターによる酸素飽和度の測定を加えることがあげられる。これによって捕獲のストレスや、不動化薬による呼吸器系の異常をより正確に判断することが可能となる。また、すでに述べたように、これまでのテレメトリー装着個体の追跡結果から、CM による死亡と考えられる事例が報告されている [2]。

CM を不動化中に確定診断することは困難であるが、CM の診断指標になるとされる不動化中のエゾシカの血液性状に関する研究は、Suzuki ほか [15] が実施したもの以外には少なく、仮に不動化中にデータが得られた場合でもその数値について評価することが難しい。

鈴木 [20] が指摘しているように、今後はエゾシカにおける臨床病理学的データの収集を積極的に実施し、そのデータを CM の診断に活用すべきである。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、写真を提供していただいた北海道環境科学研究センター道東地区野生生物室の宇野裕之氏、EnVision の赤松里香氏ならびに西興部村猟区管理協会の伊吾田宏正博士に厚く御礼申し上げます。

要 約

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の生体捕獲調査は、1981 年から本格的に開始され、現在も北海道の各地で実施されている。この総説では、エゾシカの生体捕獲調査を実施する場合に必要な手法について、特に化学的不動化法を中心に解説した。生体捕獲方法として、現在用いられているのは罠いワナ、アルパインキャプチャーシステム、箱ワナ、吹き矢および麻醉銃である。また、不動化薬として使用されているのは塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合液および塩酸メデトミジン-塩酸ケタミン混合液である。前者の混合液を使用する場合、導入に必要な投与量は、塩酸キシラジン：1.2 ～ 2.0 mg/kg，塩酸ケタミン：1.2 ～ 6.0 mg/kg であり、後者を使用する場合の導入に必要な投与量は、塩酸メデトミジン：35.7 ～ 98.4 μ g/kg，塩酸ケタミン：1.6 ～ 7.7 mg/kg である。不動化中は、呼吸数、心拍数、体温および粘膜の状態をモニタリングする。前述した混合液を使用した場合は、体温が 38.0 ～ 39.5 $^{\circ}$ C，心拍数が 50 ～ 70 回 / 分，呼吸数は 30 ～ 40 回 / 分の範囲にある。調査終了後、エゾシカを放獣する前に抗生物質と拮抗薬を投与する。拮抗薬である塩酸アチパメゾールは、塩酸キシラジンを使用した場合にはその投与量の 1/10 量を、塩酸メデトミジンを使用した場合にはその投与量の 5 倍量を筋肉内または静脈内に投与する。

キーワード: エゾシカ, *Cervus nippon yesoensis*, 生体捕獲, 化学的不動化

引用文献

- 梶 光一, 小泉 透, 大泰司紀之, 坪田敏男, 鈴木正嗣. 1991. ニホンジカの大量捕獲方法の検討. *哺乳類科学* 30:183-190.
- 高橋裕史, 梶 光一, 田中純平, 浅野 玄, 大沼 学, 上野真由美, 平川浩文, 赤松里香. 罠いワナを用いたニホンジカの大量捕獲. *哺乳類科学* (印刷中).
- 釣賀一二三. 1997. 野生動物の捕獲と化学的不動化ー総論と大型肉食獣 (クマ) の捕獲ー. *獣医畜産新報* 50:1054-1058.
- 濱崎伸一郎. 1998. 野生動物の捕獲と化学的不動化ー中・大型哺乳類の捕獲法ー. *獣医畜産新報* 51:69-73.
- 岸本真弓. 2002. フィールドにおける野生動物捕獲の心構えと実際. *野生動物医誌* 7:31-37.
- Schemnitz SD. 1996. Capturing and handling wild animals. In *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats* (Theodore A. Bookhout ed.) , pp.106-124. The Wildlife Society, Maryland. [日本野生動物医学会, 野生生物保護学会 監修 (鈴木正嗣編訳). 2001. 野生動物の研究と管理技術. 898pp. 文永堂出版. 東京.]
- 宇野裕之, 梶 光一, 鈴木正嗣, 山中正実, 増田 泰. 1996. アルパインキャプチャーによるニホンジカの大量捕獲法の検討. *哺乳類科学* 36:25-32.
- 高橋裕史, 梶 光一, 吉田光男, 釣賀一二三, 車田利夫, 鈴木正嗣, 大沼 学. 2002. シカ捕獲ワナ アルパインキャプチャーシステムの改良. *哺乳類科学* 42:45-51.
- 大井 徹, 鈴木一生. 1992. シカ生体捕獲器, アルパイン・キャプチャーシステムの試用結果について. *日本林学会東北支部会誌* 44:217-218.
- 宮木雅美, 丸山直樹, 田村勝美. 1978. シカ捕獲檻の製作と使用. *哺乳動物学雑誌* 7: 228-230.
- 鈴木正嗣. 1994. 野生ニホンジカ (*Cervus nippon*) における不動化, 成長および繁殖. 北海道大学大学院獣医学研究科博士論文.
- Tsuruga H, Suzuki M, Takahashi H, Jinma K, Kaji K. 1999. Immobilization of sika deer with medetomidine and ketamine, and antagonism by atipamezole. *J Wild Dis* 35:774-778.
- 浅野 玄, 大沼 学, 高橋裕史, 服部 薫, 上野真由美, 島絵里子, 梶 光一. 2004. エゾシカにおけるキシラジン-ケタミン混合薬に対するアチパメゾールの拮抗効果. *野生動物医誌* 9: 131-134.
- 大沼 学, 高橋裕史, 中村友香, 田中純平, 浅野 玄, 松井基純, 釣賀一二三, 鈴木正嗣, 梶 光一, 大泰司紀之. 2004. 凍結乾燥塩酸メデトミジンを利用したエゾシカの化学的不動化. *野生動物医誌* 9: 125-129.
- Suzuki M, Nakamura Y, Onuma M, Tanaka J, Takahashi H, Kaji K, Ohtaishi N. 2001. Acid-base status and blood gas arterial values in free-ranging sika deer hinds immobilized with medetomidine and ketamine. *J Wild Dis* 37:366-369.
- 今田亮太, 門司慶子, 待井淳一. 2000. ドミトールの濃縮と麻醉実績. *日動水誌* 42:18.
- Jalanka H, Roeken BO. 1990. The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combinations, and atipamezole in nondomestic animals: A review. *J Zoo Wild Med* 21:259-282.
- Kreeger TJ, Arnemo JM, Raath JP. 2002. Drug used for animal capture. In *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization*, pp. 19-52. Wildlife Pharmaceuticals, USA.
- Fowler ME. 1995. Thermoregulation. In *Restraint and Handling of Wild and Domestic Animals* (2nd ed.) , pp. 67-77. Iowa State University Press, Ames.
- 鈴木正嗣. 1999. 捕獲性筋疾患 (capture myopathy) に関する総説. *哺乳類科学* 39: 1-8.
- Kreeger TJ, Arnemo JM, Raath JP. 2002. Animal medical treatment. In *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization*, pp.105-124. Wildlife Pharmaceuticals, USA.
- Hoffmann U, Meister CM, Golle K, Zschiesche M. 2001. Severe intoxication with the veterinary tranquilizer xylazine in humans. *J Anal Toxicol* 25: 245-249.
- Samanta A, Roffe C, Woods KL. 1990. Accidental self administration of xylazine in a veterinary nurse. *Postgrad Med J* 66:244-245.
- Scheinin H, Kallio A, Koulu M, Scheinin M. 1989. Pharmacological effects of medetomidine in humans. *Acta Vet Scand Suppl* 85:145-147.