

技術報告

野生ツキノワグマにおけるケタミン・キシラジン麻酔について

坂庭浩之¹・中山寛之¹・姉崎智子²・片平篤行³

¹群馬県環境森林部自然環境課：群馬県前橋市大手町1-1-1 E-mail : sakaniwa-hi@pref.gunma.jp

²群馬県立自然史博物館：群馬県富岡市上黒岩1674-1

³群馬県環境森林部林業試験場：群馬県北群馬郡榛東村新井2935

要旨：大型獣であるツキノワグマを不動化するためには、その体重に見合う量の麻酔薬の的確な投与が必要となる。2007年にケタミンが麻薬指定されたことを契機に、高濃度ケタミンの製造・販売が中止された。このため、低濃度のケタミンを凍結乾燥化しキシラジン2%溶液で溶解し、高濃度ケタミン・キシラジン混合麻酔液を作成した。この薬液を小型投薬器に充填し、麻酔銃にて20頭（年齢0.5から10歳（全て推定年齢）、体重13kgから100kg（1頭のみ推定体重））のツキノワグマを不動化した。ケタミンの体重あたりの投与量は6.6から29.4mg/kgで、不動化時間は21から252分間であった。ケタミンの体重あたりの投与量と不動化時間の相関は認められなかった。

キーワード：ツキノワグマ、不動化、ケタミン・キシラジン混合液、麻酔銃

Immobilization of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) by ketamine hydrochloride and xylazine hydrochloride

SAKANIWA Hiroyuki¹, NAKAYAMA Hiroyuki¹, ANEZAKI Tomoko² and KATAHIRA Atsuyuki³

¹Department of Forestry and Environmental Affairs Natural Environment Division
1-1-1 Ohtemachi, Maebashi City, Gunma Prefecture.
E-mail: sakaniwa-hi@pref.gunma.jp

²Gunma Museum of Natural History : 1674-1 Kamimkuroiwa, Tomioka City, Gunma Prefecture.

³Department of Forestry and Environmental Affairs Forestry Experiment Station
2935 Arai Shinto Vill., Kitagunmagun Gunma Prefecture Gunma

Abstract: Twenty wild Asiatic black bears, *Ursus thibetanus*, indiscriminately captured by cage or snare trap were immobilized with highly concentrated anesthetics of freeze dried ketamin hydrochloride and liquid xylazine hydrochloride 2% using tranquilizer gun. The largest bear (female) weighed 100kg and smallest bear (male) weighed 13kg. The time of immobilization was 21 to 252 minutes. The mean quantity of ketamine was 6.6 to 29.4mg/kg. There was no correlation observed between the amount of ketamine per kilogram and the duration of immobilization.

Key Words: Asiatic black bear, immobilization, anesthetize, Ketamine-Xylazine, tranquilizer gun

はじめに

ツキノワグマは九州地域では絶滅、四国地域でも絶滅危惧としての取り扱いがされる、国内最大の大型哺乳類である(環境省編, 2002)。2006年度と2010年度には、里地、市街地へのクマの出没が多発し、本州で4,340頭(2006)、2,935頭(2010年11月暫定値)(環境省調べ)が捕殺されたことから、その生息状況に注意を要する種として注目されている(e.g. 日本クマネットワーク, 2007)。群馬県内では、ツキノワグマの大量出没による個体群へのダメージの他に、近年生息分布が拡大したイノシシやニホンジカ(姉崎ほか, 2009; 坂庭・姉崎, 2010)の捕獲を強化するために、人家周辺に設置される罠の数が増加していることから、ツキノワグマが誤ってそれら動物の罠に捕獲される(以下、「錯捕獲」という)ケースも少なくない(坂庭ほか, 2009)。その場合、不動化させ罠から解放する必要があるが、その為には的確な麻酔薬の選択と投与量の決定、確実な投薬が必要である。

野生獣類の麻酔には従前から広くケタミンが用いられてきており速効性、安全性、呼吸抑制や血圧の低下も少ないなどの利点から、鎮静剤(キシラジン)との混合液として利用されおり、野生のクマ類についても実績がある(Addison and Kolenosky, 1979; Lee et al., 1981; Ramsay et al., 1985; 渡辺・野崎, 1989; 大原ほか, 2000)。

しかし、ケタミンは2007年に麻薬指定されたことを契機に、高濃度薬の製造・販売が中止され、大型野生獣類の麻酔薬として使用することが困難な状況となった。低濃度のケタラール50(第一三共株式会社)を体重の重いツキノワグマに用いた場合は、鎮静剤(キシラジン)であるセラクタール2%注射液(Bayer社製)との混合液が10mlを超え、対応する投薬器も大きなものとなる。

大型の投薬器(Telinject社:直径13mm, 10ml, 32cm長, 20g:以下「大型投薬器」とする)の有効射程距離は経験的に5m程度であり、命中確度も乏しい。そのため、安全な距離を確保し的確に麻酔投薬するためには小型の投薬器(Telinject社:直径11mm, 3ml, 14cm長, 5g:以下「小型投薬器」とする)と、

高濃度の麻酔薬を組み合わせることが必要となる。

本稿では、国内で入手可能な低濃度のケタミンを濃縮し、高濃度ケタミン・キシラジン混合液(ケタラール50凍結乾燥粉末・セラクタール2%液の高濃度麻酔薬)を作成し、小型投薬器により投薬した。2年間の投与実績を分析したところ、麻酔薬の投与量と不動化時間の関係について一定の知見が得られたので報告する。

方法

ツキノワグマに投薬するケタミンは、ケタラール50(ケタミン500mg含有)の全量を真空凍結対応のバイアル瓶(マルエム社, パキュームバイアル)を用いて冷凍庫(−80℃以下)で完全凍結した後、小型凍結乾燥装置(TAITEC社, VD-250F型)で4日以上凍結乾燥し、乾燥粉末とした。

使用に際しては、投薬前にキシラジン(Bayer社, セラクタール2%注射液)3mlでケタミン乾燥粉末500mgを完全溶解させ調整した混合液(以下、「高濃度ケタミン・キシラジン麻酔薬」という)を小型投薬器に充填した。なお、その際、アトロピンの混合は行っていない。

投薬には麻酔銃(Telinject社, 1V型)により、小型投薬器を発射する方法とし、クマの体重が目測で30kg程度以上であれば高濃度ケタミン・キシラジン麻酔薬の全量(3ml:ケタミン500mg含有)を、30kg以下程度の個体であれば半量(1.5ml:ケタミン250mg含有)を初回に投薬し、投薬10分後の状態により追加麻酔の必要性を判断した。投薬されたクマの状態を頸部挙上状況、眼瞼反応等から判断し、クマの動きが十分に抑制されていない場合は、麻酔銃と小型投薬器により高濃度ケタミン・キシラジン麻酔薬の全量または半量をのどちらかを選択し追加投薬した。また、触診できる程度に不動化されている場合は、注射器による投薬(ケタラール50単独)を筋肉注射した。

体重、頭胴長について不動化後に実測した。但し100kgの個体のみ実測不能であったことから推定体重である。

分析対象としたデータは、2008~2010年度に群馬県にお

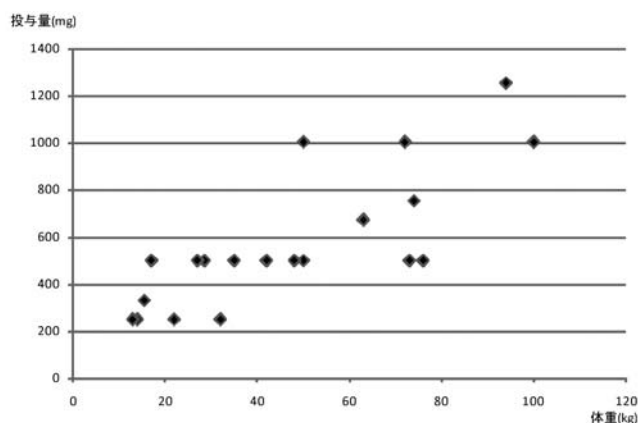


図1 ツキノワグマ体重とケタミン投与量

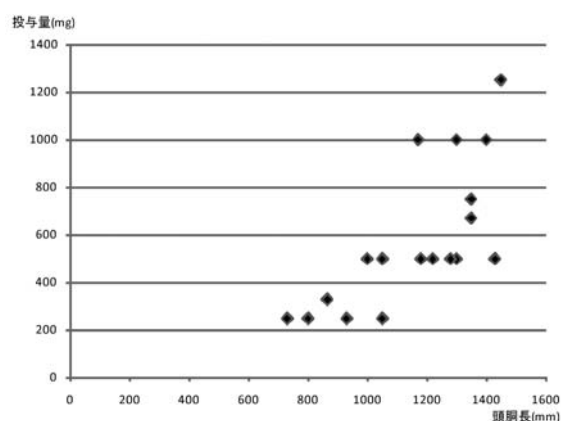


図2 ツキノワグマ頭胴長とケタミン投与量

いて錯誤捕獲され麻酔対応した42例のうち、投薬時に投薬ミスがなく、投与量が正確に把握できた20例である。

結果

ツキノワグマ不動作業の結果は、表1に示した。20個体のうち13から76kgの12個体（オス4個体、メス7個体、性別不明1個体）が初回段階投与のみで不動作業できた。このほかに4個体（オス2個体、メス1個体）が2回の投薬器使用、1個体（オス1個体）で3回の投薬器使用、3個体（オス2個体、メス1個体）で1回の投薬器と追加注射による不動作業することができた。

20個体の最小体重は13kg（オス）、最大体重は100kg（オス）であり、頭胴長は730mmから1450mmであった。

ケタミン及びキシラジンの投与量はクマの体重や大きさからを決定しており、直線的な強い相関が確認される(図1)(図2)。

13kgから100kgの間のクマに対して体重量のクマに対して、高濃度ケタミン・キシラジン麻酔薬を全量または半量を単位として投薬していることから、体重1kgあたりの投与量（以下：「体重当量」とする。）は結果として大きなばらつきが生じた。

ケタミン体重当量は6.6mg/kgから29.4mg/kgであり4.5倍の差が生じた。また、キシラジン体重当量は0.6mg/kgから3.5mg/kgであり5.8倍の差が生じた（表1）。

不動作業時間は最短21分から252分の間であり平均83分、標準偏差47分であった。

ケタミン体重当量と不動作業時間には相関がなかった（図3, $r=0.25$ ）。また、キシラジン体重当量と不動作業時間も同様であった（図4, $r=0.28$ ）。

なお、ケタミンの副作用と考えられる症状として、軽度の全身性痙攣と唾液分泌増加が一部個体で確認されたが、いずれの個体も無処置で正常に覚醒した。

表1 不動作業個体一覧

性別	頭胴長(mm)	尾長(mm)	体重(kg)	年齢(推定)	ケタミン		キシラジン		不動作業時間(min)	投薬回数	
					投与量(mg)	体重当たりの投与量(mg/kg)	投与量(mg)	体重当たりの投与量(mg/kg)		投薬器	注射器ケタール50
F	1430	100	76	10	500	6.6	60	0.8	59	1	
M	1280	100	73	10	500	6.8	60	0.8	112	1	
F	1050	100	32	4	250	7.8	30	0.9	82	1	
F	1300	100	50	5.5	500	10.0	60	1.2	70	1	
M	1400	120	100	-	1000	10.0	60	0.6	93	1	10.3ml
M	1350	120	74	10	750	10.1	90	1.2	89	2	
F	1220	120	48	7.5	500	10.4	60	1.3	60	1	
F	930	70	22	2	250	11.4	30	1.4	68	1	
M	1350	120	63	4.5	670	10.6	60	1.0	64	1	3ml
M	1050	85	42	5	500	11.9	60	1.4	96	1	
M	1450	60	94	10	1250	13.3	150	1.6	76	3	
M	1300	115	72	-	1000	13.9	120	1.7	71	2	
F	1180	100	35	-	500	14.3	60	1.7	65	1	
F	1000	70	28.5	2.5	500	17.5	60	2.1	56	2	
-	800	80	14	1	250	17.9	30	2.1	45	1	
F	1000	85	27	4.5	500	18.5	60	2.2	78	1	
M	730	40	13	0.5	250	19.2	30	2.3	21	1	
F	1170	100	50	10	1000	20.0	120	2.4	252	2	
F	865	90	15.5	2	330	21.3	22	1.4	63	1	2.5ml
M	1180	90	17	3	500	29.4	60	3.5	140	1	

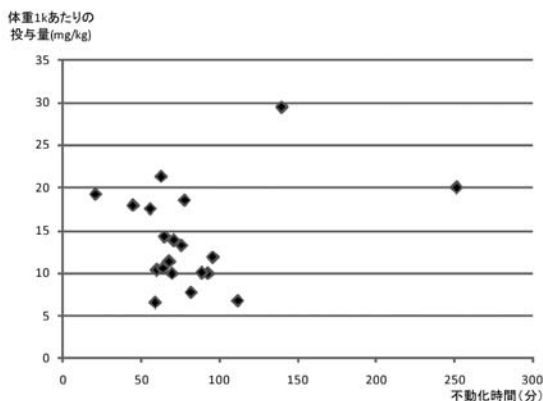


図3 ツキノワグマ1kgあたりのケタミン投与量と不動作業時間

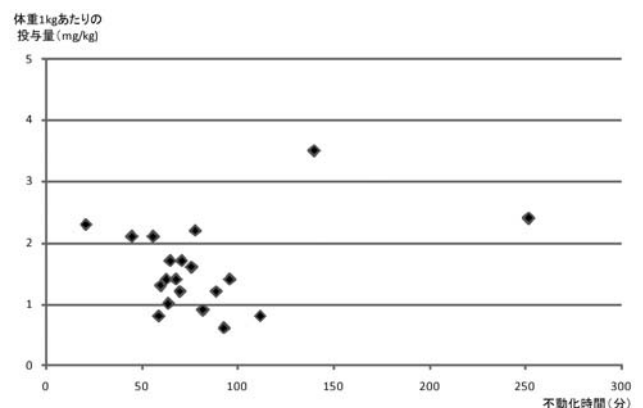


図4 ツキノワグマ1kgあたりのキシラジン投与量と不動作業時間

考 察

捕獲に使用される罠の種類としては、箱形の檻の罠である「箱罠」、金属ワイヤーをスプリングの力で締め付け四肢の一部を捕捉する「くくり罠」の2種がある。いずれの罠も動物を非選択的に捕獲する猟具で、ツキノワグマが錯誤捕獲される可能性は低くない。特に、くくり罠は脚の末端を拘束し捕獲する構造のため、長時間の拘束が脚に不可逆的な損傷を与えることがわかっている(坂庭ほか, 2009)。このため、錯誤捕獲が発生した場合、罠設置者は捕獲動物を早期に発見し、解放する必要がある。しかし、錯誤捕獲されたツキノワグマを罠から解放するには、術者の安全を確保するためにも麻酔による不動化が必要である。

しかも、くくり罠で錯誤捕獲されたツキノワグマは、罠に使用されたワイヤーの長さの範囲を自由に移動できるため、麻酔銃の射程距離が短い場合には、術者の安全が確保されない状況となる。

本稿の対象データは2008年から実施してきたツキノワグマの麻酔銃による不動化データを分析の元としているが、同手法による麻酔は42例を実施した。すべての事例で不動化を行うことができたが、投薬器の不完全な刺入、体表での跳ね返り、投薬器の振り落とし、不完全な射出など複数の要因で投薬量が正確に把握できない事例を除外し、投薬量を正確に把握できた20例のみを分析対象とした。

動物を麻酔するためには、体重から割り出した適正な麻酔量の投薬が必要となるが、麻酔作業現場においては、煩雑な作業を排除するため高濃度ケタミン・キシラジン麻酔薬の投薬単位を全量(3ml)または半量(1.5ml)とし麻酔薬の調整に係る術者の作業負担を軽減した。

このような投薬方法を行ったことで、麻酔薬の体重当量は個体毎に大きく異なり、ケタミン体重当量では4.5倍、キシラジン体重当量においては5.8倍の個体間の差異が生じた。その一方で、不動化時間は一定の範囲(平均 83 ± 47 分)に集約されている(図3)。

ケタミン体重当量と不動化時間の相関($r=0.25$)、キシラジン体重当量と不動化時間($r=0.28$)には共に相関がないと指摘された。これは、ツキノワグマを麻酔する現場においては貴重な情報といえる。

錯誤捕獲されたツキノワグマを罠から開放し、再び放獣するためには速やかな個体の不動化と、早期の覚醒が期待される。このため、少ない麻酔薬の投与量を選択する場合がある。一般に動物を麻酔する場合、最適な麻酔深度である第3期へ速やかに導く必要があるが、少ない投薬量は興奮期でもある第2期を長引かせ、繰り返し痛みを伴う投薬により、第3期への導入が不確実となり、結果として過剰量の投薬となる可能性が高い。

特に野生動物に麻酔する場合、人の接近自体がその個体にとって大きなストレスであり、麻酔導入を妨げる要因と

考えられることから、1度の投薬で速やかに第3期への導入できる手法が望まれる。

今回の結果から、ツキノワグマを不動化するため多めの麻酔量を選択することは、不動化時間を長引かせる要因とはならないと指摘でき、更に速やかな麻酔深度へ到達させるためにも適切な選択であることが示唆された。

麻酔薬の体重当量と不動化時間に相関が認められなかった原因として、個体年齢、性別、個体による麻酔反応へ違い、投薬前のストレス状況、投薬後の周囲の静粛状態、投薬部位(脂肪層、筋層等)など複数の要因が影響していると考えられる。しかし、現段階でその確証を得ることはできていない。事例を重ねながら体重当量と不動化時間の相関を検証する必要がある。

皮下脂肪の厚い状態のツキノワグマに対して、投薬時の針の選択は考慮が必要となる。皮下脂肪の厚い季節の個体に対して短い針の使用は、脂肪層内に麻酔薬を注入こととなり、麻酔導入の遅延、覚醒の遅れなどを引き起こす可能性もある。初回の投与で確実に皮下脂肪下の筋層へ麻酔薬を到達させる必要がある。クマ用として市販されている針は75mmの長さがあり、経験的に最も脂肪層が厚いクマでは筋層まで到達しない可能性があることも理解しておく必要がある。

2008年から高濃度キシラジン・ケタミン混合液を小型投薬器にて投薬してきた。大型のツキノワグマにも20mの距離から確実に不動化することが可能であるこの手法については、万一刻り罠からクマが脱出し術者を襲うことがあっても、クマ撃退スプレー(dba COUNTR ASSAULT社)等で対応できる可能性を残しており必要な安全策としても有用な手法といえる。

確実な麻酔技術はツキノワグマの保護管理を進める上で必須の技術である。麻酔薬の選択、動物の体の大きさからの麻酔量の決定、投薬のための野生動物への接近、麻酔銃の発射、不動化の確認方法など、専門的な経験を有した者による現場対応が望まれる。しかし、そのような経験者が少ない国内の状況において高濃度キシラジン・ケタミン混合液の小型投薬器による遠距離からの投薬は、安全かつ確実性を高めた投薬方法であり、広く共有化されるべき技術情報である。

今後とも、危険を伴うツキノワグマの麻酔作業において安全確保に集中できる手法の確立と、継続的なデータの蓄積により野生動物の保護管理が進められることを期待する。

謝 辞

ツキノワグマの捕獲現場において、安全確保に協力いただいた県・市町村職員、猟友会関係者、地元住民の多くの皆様に感謝申し上げます。

引用文献

- Addison, E.M. and Kolensoky, G.B. (1979) : Use of ketamine hydrochloride and xyazine hydrochloride to immobilize black bears (*Ursus americanus*). *Journal of Wildlife Diseases*, (15) : 253-255.
- 姉崎智子・坂庭浩之・小野里光・戸塚正幸・中嶋薫・竹内忠義・富田公則・木滑大介 (2009) : 群馬県におけるイノシシの分布拡大と繁殖状況. 群馬県立自然史博物館研究報告, **13** : 119-128.
- Lee, J., Schweinsburg, R., Kernan, F. and Haigh, J. (1981) : Immobilization of polar bears (*Ursus maritimus*, PHIPPS) with ketamine hydrochloride and xylazine hydrochloride. *Journal of Wildlife Diseases*, **17** (3) : 331-336.
- 大原佳世子・川西秀則・伊藤大・正岡亮太・藤井光子・福本幸夫 (2000) : ケタミン・キシラジン混合液による野生ニホンツキノワグマの不動化. *Japanese Society of Zoo and Wildlife Medicine*, **5** (1) : 99-104.
- 環境省 (2002) : 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 (レッドデータブック), (財) 自然環境研究センター
- Ramsay, M.A., Stirling, I., Knutsen, L. O. and Broughton, E. (1985) : Use of yohimbine hydrochloride to reverse immobilization of polar bears by ketamine hydrochloride and xylazine hydrochloride. *Journal of Wildlife Diseases*, **21** (4) : 396-400.
- 坂庭浩之・長尾由美・姉崎智子 (2007) : 群馬県におけるツキノワグマの捕獲状況と課題. 群馬県立自然史博物館研究報告, **11** : 97-101
- 坂庭浩之, 姉崎智子, 田中義朗, 黒川奈都子 (2009) : 群馬県内で錯誤捕獲されたツキノワグマ, ニホンカモシカの解剖所見について. 群馬県立自然史博物館研究報告, **13** : 129-133.
- 坂庭浩之・姉崎智子 (2010) : 群馬県におけるニホンジカの分布と変遷について. 群馬県立自然史博物館研究報告, **14** : 133-140.
- 日本クマネットワーク (2007) : JBN 緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書—2006年ツキノワグマ大量出没の総括とJBNからの提言—. 日本クマネットワーク, 109pp.
- 渡辺弘之・野崎英吉 (1989) : クマの捕獲法. *哺乳類科学*, **29** (1) : 101-123.

