

上高地に生息するニホンザルの積雪期における生息環境の温度測定

泉 山 茂 之

信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

要 約

北アルプスの上高地に生息するニホンザルの群れを対象に、サルが利用する生息環境の各箇所と、サルの生活している温度について計測して比較を行った。生息環境の温度測定は、サルが繰り返し泊り場として利用したウラジロモミの樹冠内（泊り場）、採食場所として利用した落葉広葉樹林（採食場所）、森林外の河原のエゾヤナギ（開放地）に温度センサーを設置して生息環境の温度を計測した。また、河原裸地に照度センサーを設置して計測を行い、天気図と合わせて気象条件を特定した。サルの生活している温度は、オトナオス個体にデータロガーを装着して1993年2月19日から22日間の温度を測定した。サルが記録した温度は、日中は採食や移動により大きく変化したが、夜間は高温で大きな変化がなく、サルの行動を忠実に反映していると考えられた。サルの記録した温度は、すべての計測期間中、外気温度より高かった。外気温度は夜間に比べて日中の方が有意に高かったが、サル温度は日中に比べ夜間が有意に高かった。また、冷え込んだ夜ほど、サル温度はより高温を保っていた。この結果から、サルが常緑針葉樹の樹冠内の泊り場内で過ごす夜間は、複数個体が身を寄せ合って過ごす Huddling の行動により、泊り場内の生息環境を造り上げていることが温度測定によって示された。

キーワード：上高地，ニホンザル，*Macaca fuscata*，積雪期，温度測定

1. はじめに

ニホンザル (*Macaca fuscata*) は、ヒトを除く霊長類のなかでは、世界で最も高緯度にまで分布を広げた種として知られている。日中には移動、採食などの活動を行い、夜間は移動を中止して休息を行う、昼行性の哺乳類である (河合 1969)¹⁰⁾。このため、一生の約半分の期間を泊り場で過ごすこととなり、泊り場としてどのような環境を選択するのかは、かれらが生息してゆく上で、きわめて重要である (Cui *et al.* 2006)⁴⁾。

積雪や寒冷という厳しい冬期間の環境条件下において、長期間の冬期間を健康に保ち生存してゆくためには、良質な食料を効率よく確保することに加え、夜間には強風や低温の劣悪な環境条件をできる限り緩和してゆくことが重要であると考えられる。このため、群れ生活を行っているニホンザルの持つ社会性が、冬期間の悪条件をどのように緩和しているのかを明らかにすることは、重要な研究テーマであると考えられる。

これまで、温度の変化をもとに、餌付けなどの人為的影響を受けない、野生のサルの生息環境が詳細に調査された例はない。本研究では、ニホンザルの生活している生息環境の温度測定を行うことにより、サルが利用している泊り場、採食場所、開放地などの温度測定の結果を比較して、生息環境の温度をもとにサルの環境選択について検討することを試みた。

2. 材料と方法

1) 調査地

調査地である長野県松本市安曇の上高地は、ニホンザルの自然分布が確認されている地域（北限は下北半島および津軽半島、南限は屋久島および種子島・ただし種子島ではすでに絶滅）のほぼ中央のやや日本海側に位置する (図1)。上高地は、北アルプス南部の山間の盆地状の地形を呈し、東西に梓川が貫流している。河床標高はおおよそ1500mであり、1960年までの25年間の年平均気温は5.1°C、年間の平均降水量は2637mm (長野野林局, 1976) であり¹³⁾、最大積雪深は2 mを越えない (近年の最大の極は1984年3月の183cm)。

上高地の月別平均気温の年次変化を図2に示した。

受付日 2013年1月8日

受理日 2013年2月8日

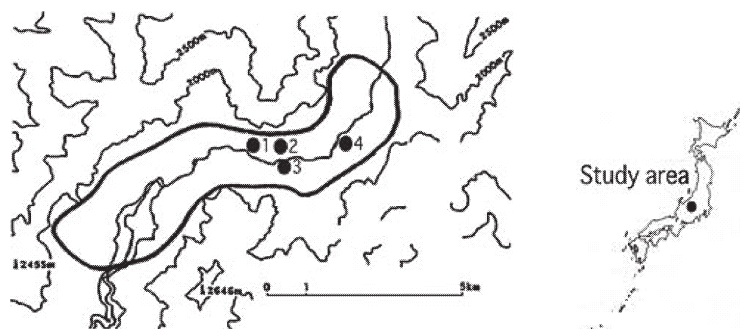


図1 「明神の群れ」の行動圏(積雪期)とセンサー設置位置,
1:「外気温度」および「泊り場」, 2:「採食場所」, 3:「開放地」, 4:「照度」

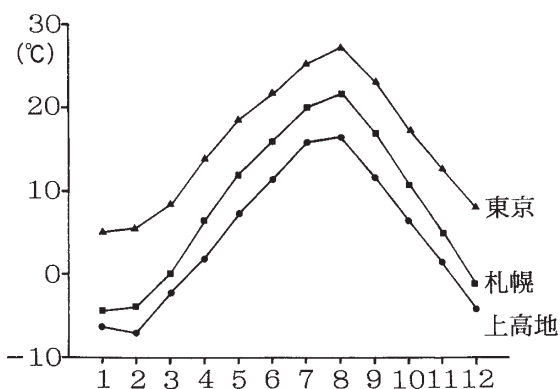


図2 上高地, 札幌および東京の月別平均気温の変化,
上高地は長野営林局 (1976), 東京および札幌は
日本気象協会 (1995) より引用。

上高地の気温は高緯度に位置する札幌に比べても寒冷である。上高地では、厳しい年間の最低温度が1993年, -25.7°C ; 1994, -26.8°C ; 1995, -26.0°C と記録されている。このような低温は、西高東低の冬型の気圧配置が崩れ、高気圧が張り出す気圧配置に変化し、夜間の無風・快晴の放射冷却現象による冷え込みによりもたらされる。

温量指数は47.4 (長野営林局, 1976)¹³⁾であり、植物の垂直分布帯の分類では、亜高山帯に位置する (山中, 1979)^{12), 16)}。上高地は、江戸時代にはクロベ (*Thuja standishii*), チョウセンマツ (*Pinus koraiensis*) などが択伐され、明治時代には一部の地域で牧場開発が行われたが、1916年保護林として

禁伐, 1928年天然記念物, 1952年特別天然記念物および特別名勝, 1953年中部山岳国立公園に指定され保護され、現在では原生林と見られるまでに復元している (長野営林局, 1976)¹³⁾。このため、ニホンザルの生息環境として安定した状態が長期にわたって維持されてきた。

2) 対象群

対象群は、上高地に生息する「明神の群れ」とした。中部山岳地帯におけるニホンザルの越冬地の分布上限は山地帯の上限および亜高山帯の下限に一致するため⁶⁾、上高地に生息するニホンザルは例外的に亜高山帯に越冬地を持ち、きわめて厳しい生息環境に生息する自然群と位置付けることができる^{7), 8)}。「明神の群れ」の個体数は1992年68頭, 1994年66頭, 1995年68頭と安定している。また、意図的および不特定多数の観光客などによる非意図的な餌付けの経験はない。

3) 調査方法

「サル温度」は、1993年2月19日に、オトナオス個体 (10才以上; 体重10.8kg) を対象に、電波発信器に合わせ、咽喉側に発信器本体、首側にデータロガーが配置されるように装着し (写真) 測定した。発信器、データロガーおよび首輪バンド全体の重量は160gであり、体重の約1.5%であった。個体の放獣後、個体が群れに復帰し群れ内で行動していたことが確認できた22日間の測定データが得られた。

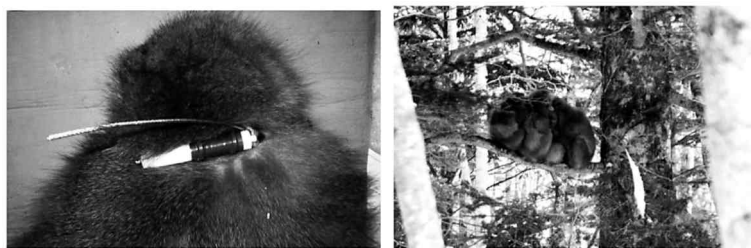


写真 データロガー (温度センサー) を装着したオトナオス個体 (左) と、常緑針葉樹林内の横枝で Huddling 行動をとっている個体 (右)。

データロガーは、アレック社製で本体の全長は8cm、プラスチック製の先端の片側にサーミスタセンサーがあり、センサー部分は体毛から3cm以上離れるように装着し、20分ごとの記録を行った。

ケージ内において、1頭で飼育されているオトナオス個体に同型のデータロガーを野外と同一方法により装着し、外気温度が5～15°Cの環境下で実施した試験では、センサーが記録した温度は外気温度に比べ、平均8.35°C ($n=130$) 高く記録された。野外で実施した装着方法は、一定の体温の影響を受けていることが示された。しかし、外気温度5°C未満の低温環境下での実験は、飼育管理者により動物福祉の観点からの指摘を受けたため、実施することはできなかった。

生息環境の温度測定は、コーナシステム社製のデータロガーを用い、「明神の群れ」の行動圏の中央に位置する明神で行い、サルが繰り返し利用していた地点を選定した(図1)。

「外気温度」は、常緑針葉樹林内の、ウラジロモミの樹高1.5mの位置、

「泊り場」は、常緑針葉樹林内の、ウラジロモミの樹高8mの樹冠内の位置、

「採食場所」は、採食に利用していた落葉広葉樹林内の、ハルニレの樹高1.5mの位置、

「開放地」は、河原のエゾヤナギの樹高1.5mの位置に、それぞれ太陽光が当たらないように設置して10分ごとの温度を記録した。

「外気温度」および「泊り場」は、サルが繰り返し泊り場および泊り木として利用した、ウラジロモミの高木に設置した。

「照度」は、アレック社製のデータロガーを用い、樹木の影の影響を受けないように広大な河原の中央部に設置して1時間ごとの記録を行った。

日中と夜間の区分については、日の出から日没の期間を日中、日没から日の出までの期間を夜間と区分した。

また、当日の天気図と照度センサーによる記録の結果、および測定した外気温度の変化をもとにして、以下の気象タイプの分類を行った。

「冬型気圧配置」は、終日にわたり西から東へ向かう季節風が強く、西高東低の気圧配置が継続し、最低温度が-5°C以下であった日、

「冷え込み」は、冬型の気圧配置が解消し、高気圧に覆われ好天となり、最低温度が-10°C以下になった日、とした。

3. 結 果

1) サル温度と外気温度との関係

図3にはサル温度と同一の時間に記録された温度を示した。

サル温度は、外気温度に比べて測定期間全体を通して高かった(図3)。サル温度と外気温度の平均の差は、22.32°Cであり、サル温度が有意に高かった($df=647$, $t=74.81$, $p<0.001$) (図4)。サル温度の平均は14.47°C ($n=648$, $SD\pm 6.59$)であり、測定期間中の最高温度は37.9°C、最低温度は、-2.5°Cであった。外気温度の平均は-7.85°C ($n=648$, $SD\pm 4.03$)であり、測定期間中の最高温度は3.4°C、最低温度は、-14.7°Cであった。サル温度の変化は、夜間は変化が少なく、日中は刻々

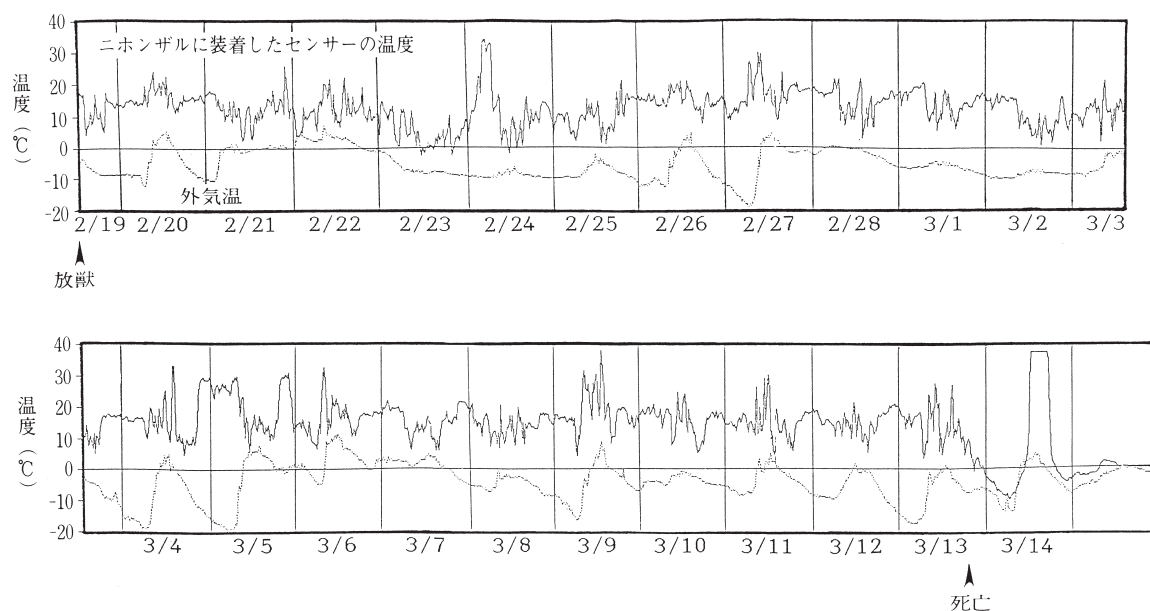


図3 ニホンザルに装着した温度センサーと外気温度の変化(全期間)、縦線は0時を示す。

と変化していることが示された。

2) 外気温度とサル温度の日中・夜間の差

データロガー装着個体が正常に活動していることを直接観察により確認した2月26日～3月7日の10日間について、20分ごとの同一時間について、夜間 $n=379$ と日中 $n=341$ について比較した。この結果、泊り場温度は夜間に比べ日中が有意に高かった (図4)。しかし、サル温度は日中に比べ夜間が有意に高かった (図3)。

サル温度は夜間が有意に高かった (1.82°C , $df=718$, $t=3.57$, $p<0.001$) (図4)。夜間平均温度は 14.54°C ($n=379$, $SD\pm 5.91$)、日中平均温度は 12.72°C ($n=341$, $SD\pm 7.72$) であった。泊り場では夜間平均温度は -9.12°C ($n=379$, $SD\pm 3.04$)、日中平均温度は -5.95°C ($n=341$, $SD\pm 4.33$) であり、夜間が有意に低かった (-3.18°C , $df=718$, $t=11.49$, $p<0.001$)。

3) 照度・気象条件と外気温度との関係

照度センサーと天気図により気象条件の確認ができた。直接観察を行った、2月26日～3月7日の10日間についての気象条件の変化は以下の通りであった (図5)。2月26日、晴れ時々曇りのち快晴；2月27日、快晴；2月28日、雪；3月1日、雪のち曇り；3月2日、雪；3月3日、晴れのち雪；3月4日、快晴；3月5日、快晴；3月6日、快晴；3月7日、雪。この10日間の天気変化は、高気圧圏内の好天から、低気圧の通過、冬型の気圧配置と変化し、高気圧が移動性となって日本付近を覆い好天になり、再び低気圧が接近するという変化である。

この間、放射冷却が起こる、無風・快晴の日の朝は、冷え込みが厳しいが日中温度は上昇する (3月4, 5日)。しかし、冬型気圧配置の日は、終日にわたり低温が継続している (3月1, 2日) (図6, 7)。

4) 気象条件と泊り場温度との関係

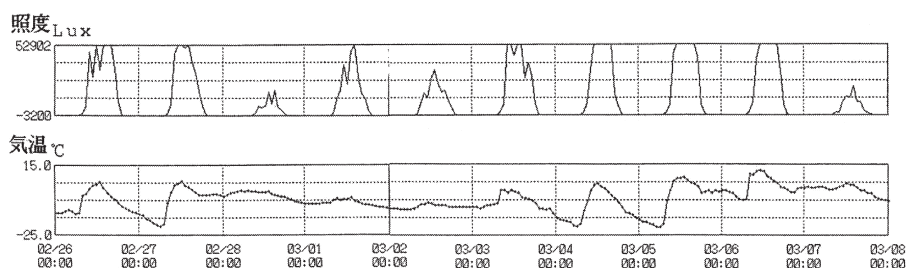


図5 照度センサーと外気温度の変化 (10日間)、縦線は0時を示す。

1993年1～3月, 12月および1994年1～3月の冬型52日と冷え込み64日の泊り場温度, 採食場所温度, 開放地温度について比較を行った (図8)。

放射冷却により -10°C 以下に冷え込んだ日は、泊り場内は採食場所や開放地に比べて有意に高かった。冬型においても有意差があった。

冬型気圧配置の気象条件では、最低温度は、泊り場が採食場所に比べ有意に高い (0.41°C , $df=51$, $t=3.464$, $p<0.01$)。しかし、泊り場と開放地の間に有意差はなかった ($t=0.913$, $p=0.366$ NS)。採食場所と開放地の間にも有意差はなかった ($t=1.568$, $p=0.123$ NS)。

日温度較差は、泊り場は採食場所に比べて有意に低い (-0.74°C , $df=51$, $t=4.722$, $p<0.001$)。泊り場は開放地に比べて有意に低い (-1.50°C , $df=51$, $t=5.139$, $p<0.001$)。さらに、採食場所は開放地に比べて有意に低かった (-0.75°C , $df=51$, $t=2.794$, $p<0.01$)。

冷え込みの気象条件では、最低温度は、泊り場は採食場所に比べて有意に高かった (2.58°C , $df=63$, $t=8.820$, $p<0.001$)。泊り場は開放地に比べて有意に高かった (4.97°C , $df=63$, $t=29.590$, $p<0.001$)。採食場所は開放地に比べて有意に高かった (2.38°C , $df=63$, $t=8.314$, $p<0.01$)。

日温度較差は、泊り場は採食場所に比べて有意に

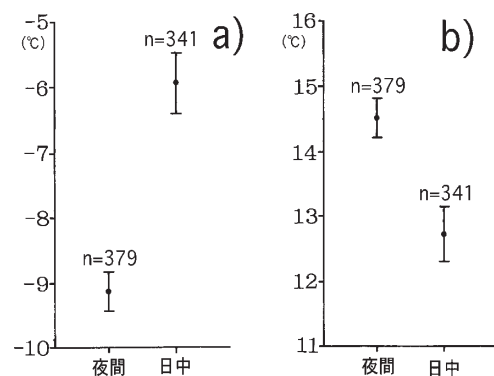


図4 夜間温度と日中温度の比較, a) 外気温度, b) サル温度。

低かった (-5.43°C , $df=63$, $t=16.009$, $p<0.001$)。泊り場は開放地に比べて有意に低かった (-7.49°C , $df=63$, $t=30.348$, $p<0.001$)。採食場所は開放地に比べて有意に低かった (-2.06°C , $df=63$, $t=7.361$, $p<0.001$)。

5) 気象タイプによるサル温度と泊り場温度との関係

サル温度の測定期間中の、冬型気圧配置4日と、冷え込み5日について、

冬型気圧配置の気象条件では、サル温度は夜間が有意に高かった (3.73°C , $df=286$, $t=5.17$, $p<0.001$)。夜間平均温度は 13.3°C ($n=152$, $SD\pm 6.36$)、日中平均温度は 9.57°C ($n=136$, $SD\pm 5.84$)であった。泊り場温度は夜間が有意に低かった (-0.88°C , $df=286$, $t=4.46$, $p<$

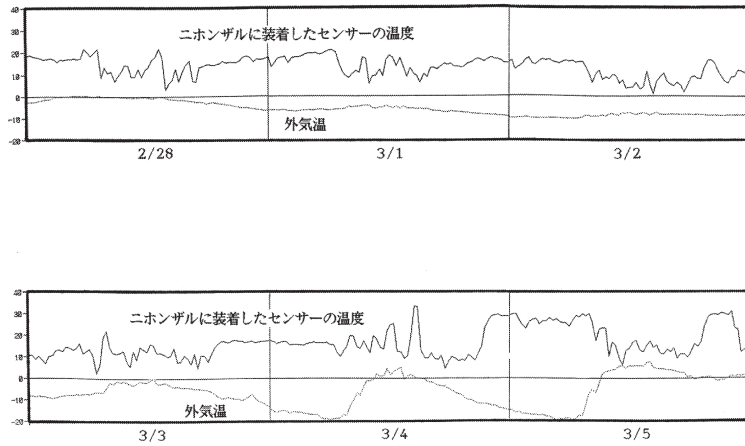


図6 ニホンザルに装着した温度センサーと外気温の変化 (1993年2月28日～3月5日), 縦線は0時を示す。

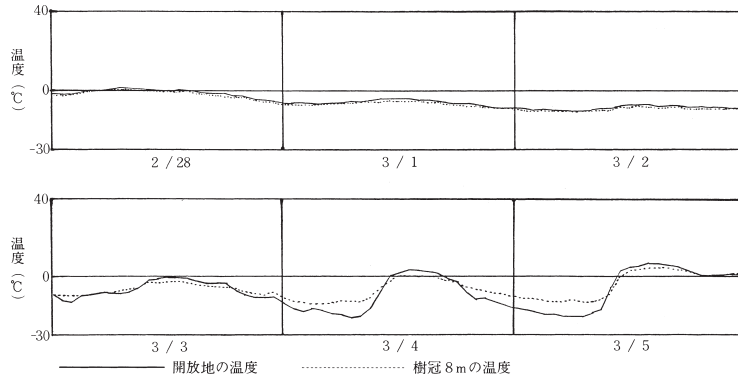


図7 泊り場と開放地の変化 (1993年2月28日～3月5日), 縦線は0時を示す。

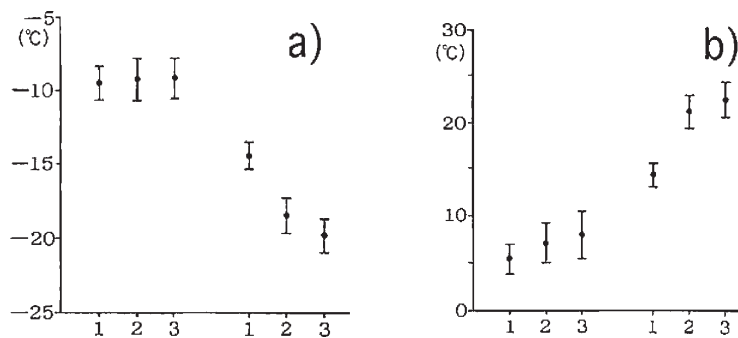


図8 それぞれの気象条件下における1:泊り場, 2:採食場所, 3:開放地の平均温度の差。

- a) 最低温度の冬型気圧配置 (左側) と, 冷え込み (右側),
- b) 日温度較差の冬型気圧配置 (左側) と, 冷え込み (右側)。

0.001)。夜間平均温度は -9.17°C ($n=152$, $SD \pm 1.80$), 日中平均温度は -8.29°C ($n=136$, $SD \pm 1.50$) であった。

冷え込みの気象条件では, サル温度は夜間と日中で有意差がなかった (0.74°C , $df=358$, $t=1.22$, $p=0.224$, NS)。夜間平均温度は 16.46°C ($n=189$, $SD \pm 5.04$), 日中平均温度は 17.20°C ($n=171$, $SD \pm 6.45$) であった。泊り場温度は夜間が有意に低かった (-6.82°C , $df=358$, $t=17.16$, $p < 0.001$)。夜間平均温度は -10.37°C ($n=189$, $SD \pm 2.29$), 日中平均温度は -3.55°C ($n=171$, $SD \pm 4.91$) であった。

4. 考 察

Andersen (1998, 2000) は, 小型霊長類は, 風雨などの悪天候が霊長類の休息の妨げになると述べ, 樹木が繁茂した場所や, 樹洞を泊り場として選択していると述べている^{11,12})。ニホンザルについては, Wada and Tokida (1981) は長野県志賀高原の餌付け群においては, 積雪期の泊り場は風雪をしのぐために針葉樹を多く利用することを報告している^{17,18})。しかし, 伊沢 (1982) は, 石川県白山の餌付け群において, スギ・ヒノキ植林地を泊り場に使うことは決してなく, 高密度に生えた落葉広葉樹林であったとし, 泊り場は外敵に対する防備にすぐれ, しかもそこに食糧がある所が選ばれており, 風を妨げる場所は必須の条件ではないと述べている⁵)。ニホンザルの野生群の泊り場については, 足沢 (1981) が下北半島北西部において, 何本かの側枝の多いヒバの木があって, 樹冠移動が可能であり, 周囲には急峻な地形の個所があり, 下方は比較的通しがきいて安全性の高い条件を指摘している³)。埼玉県 (1994) による秩父埼玉県秩父では, 確認された15箇所のうち11箇所はスギ・ヒノキ植林地を利用していた¹⁵)。これまでの報告から泊り場として利用される環境としては, ヒバ林やスギ・ヒノキ植林地など, 常緑針葉樹林を利用する例が多い。上高地に生息しているニホンザルの泊り場の環境は例外なく常緑針葉樹林内 (泉山, 1999; 2011) であり, 泊り木は例外なくウラジロモミやコメツガなどの常緑針葉樹である (泉山, 2011)^{8,9})。

上高地における冬期間の気象条件の厳しさは, 冬型の気圧配置のもとで, 西方向から東方向への季節風¹¹) に加え, 終日にわたり続く降雪のもとでの「冬型気圧配置」と, 冬型の気圧配置が崩れ, 高気圧に覆われた無風, 快晴のもとでの放射冷却による

著しい低温の「冷え込み」によってもたらされる^{8,9})。

ニホンザルの生息環境での温度測定の結果からは, 「冬型」, 「冷え込み」どちらの条件下でも, 常緑針葉樹の樹冠内の「泊り場」の最低温度が, 最も高かった。また, 「冬型」, 「冷え込み」どちらの条件下であっても, 日温度較差は, 常緑針葉樹の樹冠内の「泊り場」が最も小さかった (図8)。冬型では 1°C に満たないが, 「泊り場」の温度は高い。また風下斜面を利用⁸)して防風効果を得ていることを併せて考えると, どんな気象条件下においても, 最も厳しい低温環境を, 少しでも緩和できる箇所を泊り場として選択している。ニホンザルの泊り場の環境選択は, 徹底した環境選択の結果と考えられる。

日中にみられる, サル温度の大きな変化は, 採食行動や移動などの活発な活動の経過を示していると考えられる。一方, サルは夜間に泊り場内で静止し, 移動することはないが, 泊り場内で過ごしている複数の個体の位置や態勢の変化が, 温度の変化を反映していると考えられた。サル温度は, 個体が滞在している泊り場内の温度を示していると考えられるが, Huddleの行動の結果としてセンサー部分が個体間に挟まった結果, 時として体温に近い温度を記録したと考えられた。サル温度の変化は, ニホンザルの採食行動や移動など生存してゆくためのさまざまな行動を忠実に反映している結果と考えられた。

サルが滞在している位置の温度は, 外気温度に比べ, 平均 22.32°C 高い。さらに, -10°C 以下の低温環境下では平均 26.84°C 高い。体温の影響は 8.35°C であることを考えると, 体温以外のサルが存在している場所の温度条件を示していると考えられる。サル温度が日中に比べ夜間が有意に高く, より低温になる冷え込みの日ほど, 結果として温度差が大きくなることから, 個体が滞在している環境の温度が, より高温を保つ効果があることを示している。

このように, サルが常緑針葉樹の樹冠内の泊り場で過ごす夜間は, 複数個体が身を寄せ合って過ごすHuddleの行動により, いわば泊り場内の生息環境を創り上げていることが温度測定によって示された。サル温度の測定結果は, ニホンザルのもつ優れた社会性が, 群れ生活によるメリットを生かし, 徹底した環境選択と併せ, 生息環境を造りあげていることを示している。

5. 謝 辞

ニホンザルの学術捕獲許可は環境省より取得した。また現地調査の実施にあたり松本市安曇の福島良次

氏にご協力いただいた。長期間の調査に同行していただいた東京農工大学の望月敬史氏と大橋正孝氏、東京農業大学の田野尚之氏に、心から感謝申し上げます。この研究は、WWF 日本委員会による助成および NACS-J 自然保護助成基金による助成を、一部に使用して実施した。

6. 引用文献

- 1) Anderson J.R. (1998) Sleep, Sleep site, and Sleep-related activities: Awakening to their significance. *American Journal of Primatology* 46: 63-75
- 2) Anderson J.R. (2000) Sleep-related behavioral adaptations in Free-ranging anthropoid primates. *Sleep Medicine Reviews* 4: 355-373
- 3) 足沢貞成 (1981) 下北のサル. 雪山にサルを追う. どうぶつ社. 東京.
- 4) Cui L.W., Quan R.C. and Xiao W. (2006) Sleeping site of Black and white snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Baima Snow Mountain, China. *Journal of Zoology* 270: 192-198
- 5) 伊沢紘生 (1982) ニホンザルの生態. どうぶつ社. 東京.
- 6) 泉山茂之 (1994a) 中部山岳地帯のニホンザルの分布. 日本林学会論文集105: 473-476
- 7) 泉山茂之 (1994b) 高山帯・亜高山帯に生息するニホンザルの生態研究 1—「槍ヶ岳の群れ」の季節的環境利用—. 日本林学会論文集105: 477-480
- 8) 泉山茂之 (1999) 上高地に生息するニホンザル自然群の遊動の季節性と気象条件との関係. 霊長類研究 15: 343-352
- 9) 泉山茂之 (2012) 上高地に生息するニホンザルの積雪期における泊り場の環境選択. 信州大学農学部 AFC 報告10: 75-84
- 10) 河合雅雄 (1969) ニホンザルの生態. 河出書房新社. 東京.
- 11) 建設省 (1995) 上高地河畔林保全に関する基礎調査報告書.
- 12) 公園美化管理財団 (1985) 上高地の自然. 東京.
- 13) 長野営林局 (1976) 上高地国有林. 長野.
- 14) 日本気象協会 (1991—1995) 気象. 東京.
- 15) 埼玉県 (1994) 埼玉県ニホンザル生息状況報告書. 浦和.
- 16) 山中二男 (1979) 日本の森林植生. 築地書館. 東京.
- 17) 和田一雄 (1979) 野生ニホンザルの世界. 講談社. 東京.
- 18) Wada K. and Tokida, E. (1981) Habitat Utilization by Wintering Japanese Monkeys (*Macaca fuscata*) in Shiga Height. *Primates* 22 (3): 330-348

Temperatures of Japanese macaque and the surrounding environment during snowy season in Kamikochi, Northern Japan Alps

Shigeyuki IZUMIYAMA

Education and Research center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

Summary

I measured the temperature of macaque and their environment during the snowy season in Kamikochi (1,500m a.s.l.), Northern Japan Alps. I captured an adult male macaque in Myojin-troop (consisting of 70 individuals) and attached a temperature data logger (weight ; 60g) with a VHF radio collar. The data logger was set to take a record every 20 minutes. I also set several temperature data loggers to collect data from different environment : 1) ambient temperature (tree stem of *Abies homolepis* ; 1.5m above ground), 2) feeding site (tree stem of *Ulmus japonica* ; 1.5m above ground), 3) bare land (tree stem of *Salix roorida* ; 1.5m above ground), 4) sleeping site of Myojin-troop (canopy of *Abies homolepis* ; 8.0m above ground). These data loggers were set to take a record every 10 minutes.

During the entire survey period, the observed temperature of macaque was higher than the ambient temperature. The nighttime temperature of macaque was higher compared to daytime. Conversely, the daytime ambient temperature was higher compared to nighttime. Furthermore, the lowest ambient temperature was recorded at the sleeping site. The temperature of macaque did not decrease during nighttime, most probably because macaques huddled together at the canopy of *Abies homolepis* during nighttime. These results suggest that behavior of macaques to huddle together during nighttime is an adaptation of severe weather.

Key word : snowy, Kamikochi, Northern Japan Alps, Japanese macaque, huddle, temperature