カラマツ人工林におけるヒグマの生息地適性

佐藤喜和[1]・中村秀次[2]
（1: 日本大学生物資源科学部，2: 日本大学大学院生物資源科学研究科）

はじめに

1950-60 年代に進められた拡大造林政策により，日本国内の森林における人工林面積は大きく拡大し，現在面積比にして 40%を占めている(長池，2000)．人工林は，木材生産の目的で作られるため，植栽後の保育作業と適期の収穫が必要となるが，近年の林業不振により手入れが不足した人工林が増加している(木平，2002)．このことは，森林に生息する野生動物にとっては生息地の質の低下として負の影響をもつと予想される．特に近年国内で問題とされている手入れが不足した人工林は，間伐が行われず本数が過密になり，林床へ光が届かないため灌木や草本類の成長が悪く，野生動物にとっては採食資源量が少ない生息不適地となっていることが予想される(大井，2004)．一方，適切に手入れされた人工林では，林床の光環境も好適であり，樹種多様性こそ低いものの林床植生や無脊椎動物群集などは天然林と同様に現存量・多様性が高く，生息地適性も高いと予想される．しかし，手入れの異なる人工林間での野生動物の生息地適性に関する比較研究はほとんど行われていない．適切に手入れされた人工林が野生動物にとって高い生息地適性を示すことは，適切な手入れの促進が，生産される木材の質を高め，同時に野生動物個体群の保全にも貢献することを意味し，さらに，近年増加している野生動物の農業被害に関しても，本来の生息地である森林の中で，人工林の生息地適性を上昇させ，野生動物による農作物利用を根本的に減少させることに結びつく可能性がある．

ヒグマ(*Ursus arctos*)は，日本最大の陸性哺乳類である。食肉目クマ科の動物でありながら，植物質を中心とした雑食性を示す。春から夏にかけては草本類を，夏にはアリ(Formicidae)やハチ(Vespidae)などの昆虫類を，秋には果実類を主に利用する(佐藤，2005)。また，晩夏期にキイチゴ類(*Rubus* spp.)などの果実類を利用するとする報告もある(Sato et al., 2004)。ヒグマ個体群の安定した存続には広い面積の森林が必要であり，特に落葉広葉樹を中心とした天然林が重要であると考えられている(Mano, 1994; Sato et al., 2008)。しかし上述のように，針葉樹人工林についても林齢によって，または手入れの程度によって，生息地としての適性が高い場合もありうるだろう。カナダ・アルバータ州における研究でも，皆伐跡地では光環境が好転し，ヒグマの採食資源となる草本類やアリ類，ある種の果実類の利用可能量が増加することが報告されている(Nielsen et al., 2004)．

そこで本研究では，森林性野生動物の指標として夏期の農作物への食害が急増し

ているヒグマを対象とし，林齢および手入れの異なるカラマツ(*Larix kaempferi*)人工林の林分間において，ヒグマの夏期主要採食資源である，草本類，アリ類(Formicidae)，キイチゴ類の現存量を比較し，適切に手入れされた人工林では採食資源量の現存量が高く，生息地としての適性が高いことを示す．これらの結果から，人工林の手入れの促進が農業被害減少にも効果を持つことを提案する．

調査地

調査は，過去に継続的にヒグマの生態調査を実施しており，基礎情報が蓄積されている，北海道十勝郡浦幌町，釧路市音別町，白糠郡白糠町に位置する道有林，および周囲の町有林・民有林のカラマツ人工林にて行った(図１)．調査地周辺の森林の主な植生はミズナラ(*Quercus crispula*)，イタヤカエデ(*Acer mono*)，シナノキ(*Tilia japonica*)，トドマツ(*Abies sachalinensis*)などからなる針広混交林と，トドマツ，カラマツを中心とした人工林からなる。

図１．調査プロットの位置，北海道十勝郡浦幌町，釧路市音別町．図中の灰色部分は十勝森づくりセンター管内の道有林を，数字がプロットを示す．数字は表１に対応している．

調査方法

調査地内の人工林の大部分を占めるカラマ

表1. カラマツ人工林に設定した調査区の履歴，胸高断面積，および葉面積指数(LAI値)．

調査区	植栽年	林齢	最新の除間伐歴	胸高断面積 (m^2/ha)	LAI値
1	1970	38	1999年間伐	25.205	0.826
2	1960	48	2000年単木間伐	19.705	2.300
3	1998	11	2008年除伐予定	19.083	2.967
4	1998	11	2007年除伐	20.687	2.526
5	2007	2	ササ伐	0.000	0.049
6	1969	40	1993年間伐	34.385	1.721
7	2008	1	ササ伐	0.000	0.000
8	1969(天然更新)	13	2006年除伐	19.701	3.104
9	1973	35	不明	29.466	2.036
10	2005	4	除伐なし	0.306	0.004
11	2005	4	除伐なし	0.786	0.001
12	2002	7	除伐なし	1.947	0.187
13	2001	8	除伐なし	14.711	2.266
09-1	2005	5	除伐なし	0.719	−
09-2	2005	5	除伐なし	0.686	−
09-3	2006	4	除伐なし	0.876	−
09-4	2002	8	除伐なし	3.010	−

ツ人工林(2-48 年生)を対象に，植栽年度，下草刈り，除伐，間伐，などの保育作業の履歴を調べ，17 箇所の異なる林分に調査区を設定した(表１)．各調査区内に，半径 12.5ｍの円形プロット(約 0.5ha)を設定し，草本類およびキイチゴ類については地上部現存量を，アリ類についてはコロニー数を採食資源量として調べた．また，採食資源量に影響するカラマツの立木密度，胸高断面積，林床の光量についても測定した。

草本類およびキイチゴ類の地上部現存量は，以下の方法で定量化した。各プロットを 4 方位に区切り，中心点および東西南北に区切った線上の中間点(中心から 6.25ｍの地点)の 5 箇所(図２)で，1×1m^2 のコドラート内の地上部刈り取りを行った．その後実験室に持ち帰り，葉の水分を取り除くために完全に乾燥させた後，重さを計測し，プロットごとの 1 m^2 あたりの平均乾燥重量を求めた．

アリ類のコロニー数は，円形プロット内で発見されたアリのコロニーのうち，浦幌地域に生息するヒグマが頻繁に利用する，ヒゲナガアメイロケアリ(*Lasius meridionalis*)またはアメイロケアリ(*L. umbratus*)，トビイロケアリ(*L. niger*)，ケズネアカヤマアリ(*Formica truncorum*)またはエゾアカヤマアリ(*F. yessensis*)の３種について，プロットあたりの巣数を求めた。

光量は，天候や測定時間の影響を受けにくい全天空写真に基づく葉面積指数の解析により行った。開空度は全周魚眼レンズ(レイノックス社製，DCR-CF187PRO)とデジタルカメラ(Nikon 社製，coolpix5100)を用いて，地上部刈り取り調査を行った 5 箇所にて撮影した(図３，４)。その画像をフリーソフト lia32 を用いて葉面積指数(LAI)を算出し，各プロットの平均値を求めた．

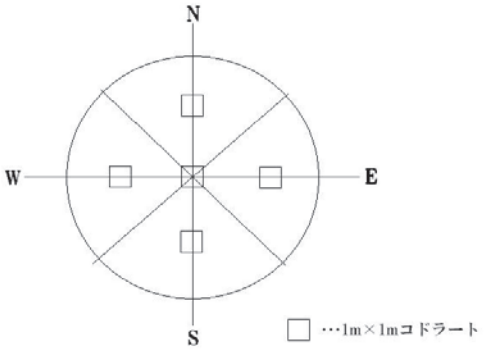

図２．円形プロット内に設定した 1m×1m コドラート 5 箇所の設定位置．このコドラート内の草本類，キイチゴ類の地上部を刈り取った．また，この 5 箇所で全天空写真の撮影も行った．

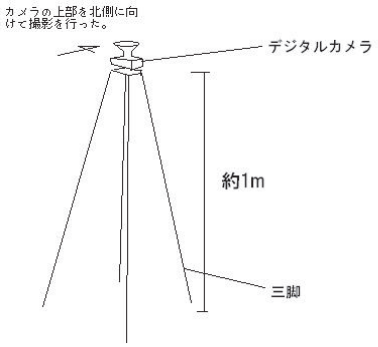

図３．地上約 1.2m の高さにカメラを設置し，水準器を用いてレンズ面を平衡に保ち，カメラの上面が北になるようにして撮影した。撮影は，ISO64，シャッタースピードは 1/250-500，F2.7 に設定して行った

図４．全天空写真の撮影例．

結果と考察

浦幌町の民有林におけるカラマツ人工林の施業状況

浦幌町の民有林におけるカラマツ人工林の典型的な施業例を見ると，主伐 1 年後には地拵えが行われ，2 年後に再植栽が行われる。植栽後，3 年間は下草刈りが年に 1 度行われる。そして植栽後 10-11 年で最初の除伐が行われる。これは補助金制度が影響しており，多くの林分が同様の保育をされている(浦幌町産業課林務係，廣富直樹氏，私信)。この間の林分間の差は，主に土地の水分，栄養条件によると考えられる。その後の除間伐の時期については，林分ごとにバラツキが見られ，手入れによる差が大きくなる。

胸高断面積と葉面積指数

林齢が増加するに伴い，胸高断面積が増加する傾向が見られたが，除伐や間伐経歴の違いにより，林齢が高いほど(30 年生以上で)林分間の差が大きくなった(図 5 上)。林齢と葉面積指数の関係を見ると，10 年生前後の林分がもっとも高い値を示しその後減少するというパターンが見られた(図 5 下)。これは，調査区の多くで植栽後 10-11 年目に最初の除伐が実施されることによるだろう。また 30-50 年生の林分では，胸高断面積が大きいにもかかわらず，LAI 値は低下し，さらに林分間の差が大きくなった。これは，その後の間伐などの手入れの差に起因すると考えられる。

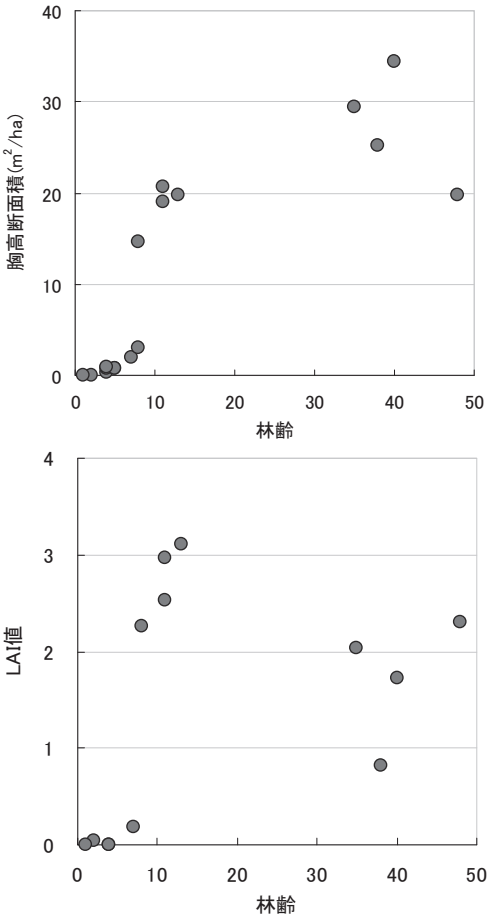

図 5．カラマツ人工林における林齢と胸高断面積(上)および LAI 値の関係(下)，北海道十勝郡浦幌町および釧路市音別町，2008-2009 年 8 月．

採食資源量

ヒグマの夏期採食資源として重要な草本類の現存量を林分間で比較すると，植栽直後は小さく，その後急激に増加し，7 年生をピークに減少し，10 年生以上ではほぼ 0 に近づく傾向が見られた。植栽直後に小さい値を示すのは，カラマツの皆伐後は LAI 値が 0 で林床の光条件が好転し草本類の現存量はすぐに増加するはずであったが，植栽後 3 年間下草刈りが行われるためだと思われる。その後は下草刈りがなくなり，植林木が小さいため LAI 値も低く良好な光環境を受けて草本類の現存量が増加し，さらに時間が経過すると，植林木の成長により LAI 値が増加し林冠が閉鎖され，草本類現存量が低下していく様子が見て取れる。10-11 年生から最初の除伐，その後林分によって間伐が行われるため，LAI 値が低下した林分では，現存量が増加する可能性がある。調査区を多く取れ

た 30 年生以上の林分間では，LAI 値のばらつきも大きかったが，草本類の現存量のばらつきも大きかった。

人工林内の下層植生の現存量が，林内の光環境に応じて変化することについては，いくつか報告がある(宇津木ほか，2007)。また森林伐採のような森林環境の攪乱が，攪乱後 5-10 年をピークに草食性哺乳類の採食資源の利用可能量を増加させるという例が報告されている(ニホンジカ *Cervus nippon*：Takatsuki, 1990，カモシカ *Capricornis crispus*：小野ほか 1978；下北半島ニホンカモシカ調査会 1980)。北海道のヒグマが主に利用する草本類は沢沿い生育する高茎草本であり，伐採跡地で利用可能量が急激に増加するとは考えにくいが(青井 1990)，沢沿いの林分における伐採は，ヒグマの好む高茎草本類の現存量を増加させる可能性はあるだろう。

当初の予測と異なり，林床がササ類・外来性の双子葉草本・シダなどで覆われている場合には，明るい林分でも現存量が小さくなったり，暗い林分でも現存量が高めに出たりと，光条件だけでは現存量を予測できなかった。また，1990 年代以降増加したエゾシカ(*C. n. yesoensis*)の採食圧も草本類の現存量に影響していた。エゾシカの高密度化により，ヒグマにとっての草本類の利用可能量は，林床の光条件よりもエゾシカの採食圧に大きく影響されている可能性がある(河村，2010)。

キイチゴ類については，2 年生の林分から確認されるようになり，8 年生の林分でピークを迎え，その後まったく確認されなくなった(図 7)。これは一般的なキイチゴ類の成長特性，すなわち攪乱後の光環境が良い場所で繁栄するという性質を裏付けるものとなった(Suzuki, 1987)。いったん林冠が閉鎖されると，その後除間伐により LAI 値が低下し，光環境が改善しても，キイチゴ類が再度定着することはないようだった。ヒグマによるキ

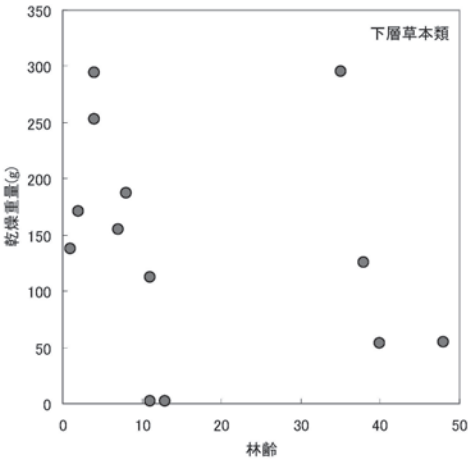

図 6．カラマツ人工林における林齢と下層草本類の 1m² あたりの現存量の関係，北海道十勝郡浦幌町および釧路市音別町，2008-2009 年 8 月．

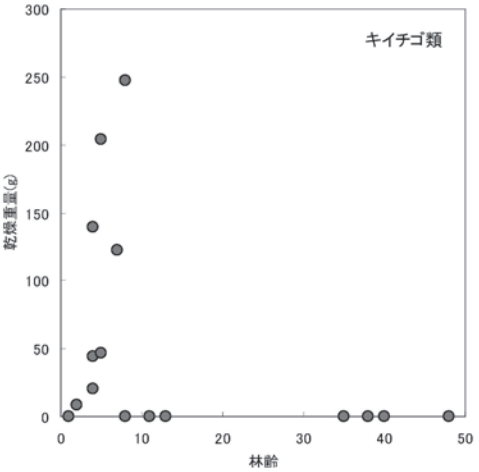

図 7．カラマツ人工林における林齢と下層キイチゴ類の 1m² あたりの現存量の関係，北海道十勝郡浦幌町および釧路市音別町，2008-2009 年 8 月．

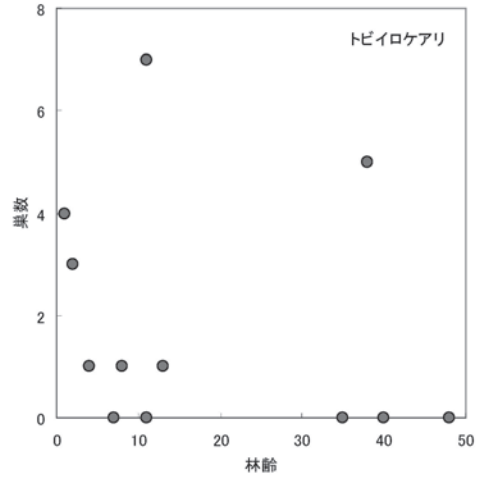

図 8．カラマツ人工林における林齢とトビイロケアリの 0.5ha あたりの巣数の関係，北海道十勝郡浦幌町および釧路市音別町，2008-2009 年 8 月．

イチゴ類の利用については，本調査地では現在はほとんど確認されていないものの，1978年の調査によって8月に多く利用されていたことが確かめられている(Sato et al., 2004)。当時この地域でヒグマの生態調査を行っていた際には，斜面が赤く見えるほどキイチゴ類がたくさん見られたという(青井，私信)．伐採跡地でヒグマの秋の主要採食資源である高木性の果実類が結実するようになるまでには長い期間がかかるが(青井 1990)，低木の果実類については，伐採後比較的短期間に利用可能量が増加する可能性が指摘できるだろう．

ヒグマが好むアリ類のうち，本調査ではトビイロケアリの巣のみが観察された。カラマツ人工林内に営巣するアリ類では，トビイロケアリが最も多いことが明らかにされているため(矢野, 2010), この結果は妥当であろう。トビイロケアリの巣数を林分間で比較すると，植栽直後の1-2年生林分，および11年生，38年生の林分で多く観察された。11年生の林分を除くと，葉面積指数が小さく明るい林分で多くの巣が確認された。トビイロケアリは地中または朽ちた切り株の根元などに営巣する様子が観察されたことから，伐採後植林された若い林分や，除間伐を経た林分に多く見られることが示唆された。ただし，林床がササで覆われた林分では確認される巣が少なかった。カラマツ人工林におけるヒグマの動物性の採食資源として，浦幌地域では確認されていないが，知床半島では，セミ類(Cicadidae)の幼虫の利用が報告されている(桑原ほか，2001)。5月下旬から7月下旬にかけてカラマツ人工林内の林床を掘り返し，幼虫を採食するという。こうした新しい資源利用は，カラマツ人工林の生息地適性を上げる可能性がある。

これらの結果から，ヒグマの夏期主要採食資源である草本類，キイチゴ類，アリ類ともに若齢の林分および除間伐により林床が明るくなった壮齢の林分で豊富に見られる傾向が示唆された。Nielsen et al. (2004)が指摘しているように，伐採や除間伐などにより適切に管理された人工林は，ヒグマの採食資源量を増加させ，人工林の生息地適性を増加させる可能性がある，このことは，今後ヒグマの生息地として人工林を評価する場合に重要な知見となるであろう。

謝辞

なお本研究の一部は，平成20年度日本大学学術研究助成金を受けて行った．本研究を行うにあたり，町有林を管理する浦幌町産業課林務係，道有林を管理する十勝森づくりセンター，および民有林の所有者の方々には調査の許可と林分の情報を頂いた．現地調査には，浦幌ヒグマ調査会および日本大学生物資源科学部森林動物学研究室の諸氏にご協力いただいた．データ解析には，同研究室渋谷洋一氏にご協力いただいた．ここに記してお礼申し上げる．

引用文献

青井俊樹(1990)： 北海道北部地域における狩猟と森林環境の変遷がヒグマの生息動態に与える影響. 北海道大学農学部演習林研究報告，(47): 249-298.

河村朋美(2010) : シカの密度増加がヒグマの草本類の利用に与える影響．日本大学生物資源科学部森林動物・微生物ゼミナール卒業論文，47pp.

木平勇吉(2002)：統計と写真で見る森林と木材．森林資源科学科入門(日本大学森林資源科学科，編)．日本林業調査会，東京：17-33.

桑原禎知・岡田秀明・山中正実(2001)：ヒグマのセミ食い．いったい誰が掘りはじめたのか？ *Bears Japan*, **2**(2): 35-36.

Mano, T. (1994): Home range and habitat use of brown bears in the southwestern Oshima Peninsula, Hokkaido. *International Conference on Bear Research and Management*, **9**: 319-325.

長池卓男(2000)：人工林生態系における植物種多様性．日本林学会誌，**82**：407-416.

Nielsen, S.E., Munro, R.H.M., Bainbridge, E.L., Stenhouse, G.B. & Boyce, M.S. (2004): Grizzly bears and forestry II. Distribution of grizzly bear foods in clearcuts of west-central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management*, **199**: 67-82.

小野勇一・東和敬・土肥昭夫(1978)：祖母・傾山系におけるカモシカの二次林の利用度について．昭和52年度文化庁委託研究 特別天然記念物カモシカに関する調査研究報告書．日本自然保護協会調査報告書 (55): 189-202.

大井 徹(2004)： 獣たちの森．東海大学出版会，秦野，244pp.

佐藤喜和(2005)：ヒグマの食性．地域による違いと年変動．哺乳類科学，**45**：79-84.

Sato, Y., Aoi, T., Kaji, K. & Takatsuki, S. (2004): Temporal changes in the population density and diet of brown bears in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study*, **29**: 47-53.

Sato, Y., Kobayashi, Y., Urata, T. & Takatsuki, S. (2008): Home range and habitat use of female brown bear (*Ursus arctos*) in Urahoro, eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study*, **33**: 99-109.

下北半島ニホンカモシカ調査会 (1980)：下北半島のニホンカモシカ．下北半島ニホンカモシカ調査会，仙台，166pp.

Suzuki, W. (1987): Comparative ecology of *Rubus* species (Rosaceae) I. Ecological distribution and life history characteristics of three species, *R. palmatus* var. *coptophyllus*, *R. microphyllus* and *R. crataegifolius*. *Plant Species Biology*, **2**: 85-100.

Takatsuki, S. (1990): Changes in forage biomass following logging in a sika deer habitat near Mt. Goyo. *Ecological Review*, **22**: 1-8.

宇都木玄・飯田滋生・阿部 真・田内裕之(2007)：人工林施業に伴うトドマツ人工林内下層植生現存量の変化．日本森林学会誌，**89**：174-182.

矢野晶子(2010)：ヒグマが採食するアリの利用可能度と防御行動．日本大学生物資源科学部森林動物・微生物ゼミナール卒業論文，19pp.