



Title	高速道路による森林の分断が鳥類の行動に与える影響
Author(s)	石城, 謙吉; ISHIGAKI, Kenkichi
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 44(2), 809-821
Issue Date	1987-07
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21237
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(2)_P809-821.pdf



高速道路による森林の分断が 鳥類の行動に与える影響

石城 謙 吉*

The Effects of a Highway on the Behaviour of Birds

By

Kenkichi ISHIGAKI*

要 旨

大型自動車道（高速道路）の建設によって森林が分断された場合に、それが周辺に生息する鳥類の各個体の行動にどのような影響を与えるか否かを、北海道大学苫小牧演習林内に作られた高速道路の周辺で調べた。

多くの種類が広域にわたって林内を移動している冬期には、林外採食・上空移動型の鳥であるハシブトガラスでは高速道路による行動の制限はまったく見られなかったが、林内採食・低空移動型のヒヨドリでは林縁部に停滞して高速道路の横断をためらう傾向が認められ、さらに林内採食・林内移動型のカラ類ではその傾向がさらに強いことがわかった。

一方、営巣地点を中心に活動する夏期には、ハシブトガラスは冬期と同様高速道路上空を自由に行き来するが、林内採食のシジュウカラと、道路法面の草本群落で採食し地表近くを飛ぶノビタキは、高速道路の横断を避ける傾向が認められた。また、高速道路両側の林縁に営巣した二つがいのアオジの場合は、高速道路がたがいの行動圏の境界になっていた。

しかし、これらの鳥の種全体の季節的移動・分散等に、高速道路が障害になっている形跡は認められなかった。

キーワード： 高速道路，森林の分断，鳥，個体の行動，季節的移動・分散。

1. はじめに

北海道ではこれまでにおよそ170 kmの大型自動車道（高速道路）が建設されてすでに供用されているが、日本道路公団によれば、最終的には約1,000 kmの高速道路を道内に建設することが計画されている。しかし高速道路は市街地を避けるために農耕地帯や森林を分断して作

1987年2月28日受理 Received February 28, 1987.

* 北海道大学農学部附属演習林

College Experiment Forests, Hokkaido University.

られることが多く、しばしば周辺の自然環境に影響を与えることが知られている (DICKERSON, 1939; SMITH, 1971; SULLIVAN & MONTGOMERY, 1972; FROS *et al.* 1976)。

大型自動車道建設のような開発行為が森林内に持ち込まれた場合の周辺地域の動物への影響についてみると、森林の伐開による気象の変化、生息域の分断、土工事による地形の変化、さらに人為構造物の進出などのような一次的要因と、周辺一帯の植物群落の変化や餌生物相の変化などのような二次的要因によるものが考えられる。また、こうした影響は、動物群集の種構成、個々の種の生息密度や生活史、個体の行動など、さまざまな段階に現われることが考えられる。

とくに、移動能力が大きく、しかも神経系統が高度に発達していて環境の変化からの刺激に敏感な哺乳類や鳥類のような動物の場合には、人為的異物として持ち込まれる道路構造や車両の通行が、まず彼らの個体の行動にさまざまな形で影響を与える可能性があり、また、一定のナワバリまたはホーム・レンジ内に定住して繁殖活動を行うものが多い夏期と、林内を広範囲に移動しつつ採餌活動を続けるものが多い冬期とでも、異なる影響を受けることが考えられる。

しかしながら、現在わが国の各地で行われつつある高速道路の建設が、周辺地域の動物の行動に、はたしてどのような形で、どの程度に影響を与えているか否かについて調査した報告例はまだないようである。

ここでは北海道大学苫小牧演習林の森林内に高速道路が建設されたのを機会に、高速道路の出現が周辺地域に生息する森林性鳥類の行動にどのような影響を与えているか否かを、伐開・土工事終了一年後と車両通行開始後の冬期と夏期に調べた結果を報告する。

2. 調査時期

今回の調査は、この地域に生息する鳥類のほとんどがなわばりを持たずに広い移動範囲を持つ冬期と、営巣地点を中心として一定のなわばりや行動圏を持つものが多い夏期の両方について観察を行った。

観察は、冬期の行動観察については当演習林内で高速道路建設の土工事が終了した1年後の冬である昭和54年11月～55年1月と、道路供用開始直後の昭和55年12月～56年2月の間に行い、夏期の観察は昭和56年6月～7月の間に行った。

3. 調査地域

観察を行ったのは Fig. 1 に示す苫小牧演習林の南縁部にあたる地域で、東西に走る高速道路がその南側に約18 haの林地を飛び地として分断しており、北側には約2,700 haにおよぶこの演習林の大部分の林地が広がっている。

この観察区域はもともと台地状の平坦地で、道路の北側と南側の林地には林相、地形とも

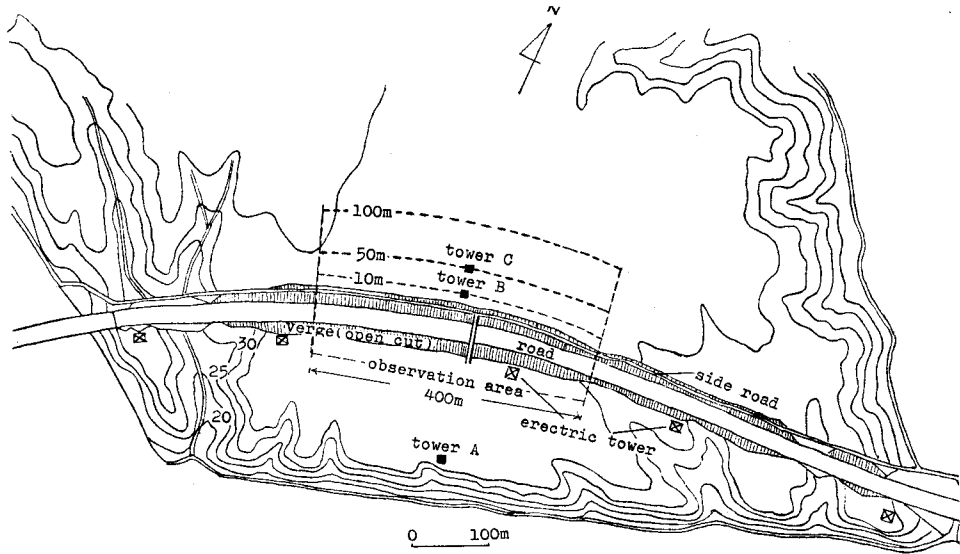


Fig. 1. The map of observation area.

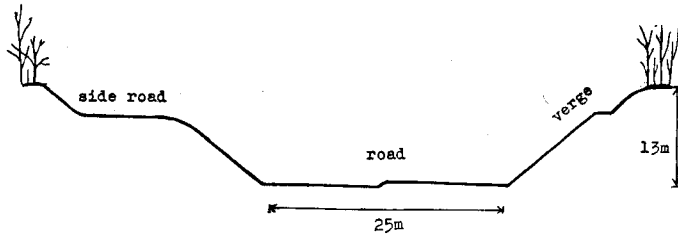


Fig. 2. The cross section of the highway.

ほとんど差はない。高速道路はこの地域を Fig. 2 のような形で、台地を切削して東西に走っており、掘り下げ深度は最大約 25 m、また管理用側道を含む森林伐開幅はおよそ 90 m である。

この地域の高速道路建設工事は、昭和 52 年に森林伐開、53 年に切土工事、54 年に附帯工事、55 年に舗装工事が行われ、同年 10 月に供用開始されており、昭和 56 年度の平均車両通行量は 1 日約 3,000 台であった。

観察と記録の範囲は、Fig. 1 の B 局観測塔を中心とする東西約 400 m の幅について、北側は林縁から 100 m まで、南側は飛び地の林縁までとした。

観察区域の森林は過去に天然林の皆伐が行われたあとに生じた 2 次林である。昭和 14 年と 17 年に人工植栽が行われた所もあるが、いずれも成績不良で、現在は全林が落葉性広葉樹の 2 次林になっている。

五十嵐 (1977), 五十嵐・小笠原 (1978) によれば、この地域の樹木は樹高 11 m、胸高直径 18 cm 以下のものが大部分を占めており、樹種はミズナラ *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, エゾヤマザクラ *Prunus sargentii*, ミヤマザクラ *P. maximowiczii*, アズキナン *Sorbus alnifolia*, シナノキ *Tilia japonica*, アオダモ *Fraxinus langinosa* などをはじめとして 30 種

を越えるが、このうちではミズナラが本数、蓄積とも最も多い。

4. 調査方法

冬期の行動に関する観察は、先に述べた観察区域のほぼ中央にある高さ12mのB局観測鉄塔 (tower B) の上から双眼鏡を用いて行い、高速道路北側の観察区域内にはいつてきた鳥の、観察区域内での位置を5,000分の1の地勢図上に記録し、林縁部での滞在や道路南側への横断の様子を調べることにした。

ただしこの調査では、この地域で冬期間中比較的多く見られる鳥の中から、林内で採食し、移動も林内で行う種類としてシジュウカラ *Parus major*、ハシブトガラ *P. parustris*、ゴジュウカラ *Sitta europaea* などからなるカラ類混群を、林内で採食するが移動は森林の上を低空に飛んで行くものとしてヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis* を、またこの区域では林内での採食は見られず、移動も上空で行うものとしてハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* を選び、それらに関する記録をそれぞれ54~55年冬、55年~56年冬毎にまとめた。また、位置の記録はヒヨドリとハシブトガラスでは個体ごとに行ったが、カラ類混群ではむれ単位で行い、むれのほぼ中心を図上に記した。

一方、夏期の行動観察に関しては、同じ地域内で繁殖が確認された種類について、すべて個体ごとに記録を行った。

5. 結果

(1) 冬期の行動観察

a. ハシブトガラス (林外採食・上空移動型)

ハシブトガラスはこの地域に冬期間もごく普通に見られる鳥で、観察のたびごとに1羽または5・6羽の小群で観察区域やその周辺に姿を現わし、森林上空を行き来しては観察区域内にある高圧送電線の鉄塔や樹木の梢に止まるのが観察された。また冬期間中も積雪が消えていることが多かった高速道路北側の、南向き斜面の枯草の中にしばしば下りたが、森林内の積雪上に下りることはほとんどなかった。

昭和54~55年冬と55~56年冬の観察区域内でのハシブトガラスの記録結果をFig. 3に示す。

これらの図で見ると、ハシブトガラスは土工事終了後、車両通行開始後とも、とくに高速道路上空の横断を避ける傾向は認められない。

また、Table 1は道路法面から林縁10mまでの範囲とそれより奥の場所とで、ハシブトガラスが樹木等に止まった点の密度を比べたものであるが、これをみると、ハシブトガラスはあきらかに高速道路周辺の林縁部や開けた地域に集まる傾向があるものと認められる。

なお、このほかにほとんど観察のたびごとに夕刻になると南の海岸方面から北の奥地のね

Table 1. Alight times of jungle Crow in the forest beside the highway

Period	Distance from forest edge	0~10 m	10 m~
	Before the commencement of utilization (1979.11~'80.1)		0.89/ha/hour
After the commencement of utilization (1980.12~'81.2)		0.71/ha/hour	0.20/ha/hour

ぐらに向かって数百羽のカラスの群が観察区域上空を通過するのが観察されたが、それはこの記録からは除外した。

b. ヒヨドリ (林内採食・低空移動型)

ヒヨドリは苫小牧演習林内の広葉樹林に周年少なからず生息しており (石城・松岡, 1972; 石城ら, 1973), 観察区域周辺にも道路工事着工前から観察されている (石城, 1977)。

冬期間中は単独または2・3羽で見られることが多く、主として林内で樹木の枝先の漿果を食べており、移動時は森林の上空に出て低空を比較的長距離飛ぶ習性がある。

Fig. 4 に観察区域内で記録されたヒヨドリの行動跡を示す。

観察区域内の高速道路北側に姿を現わしたヒヨドリのうち、高速道路を横断して南側の飛び地にわたったものは54~55年冬では13例中5例、55~56年冬では15例中9例であった。ただし高速道路を横断しなかったものが、道路の横断を避けた結果であるか否かは、この観察だけでは不明である。

しかし、観察区域中の高速道路北側部分でヒヨドリが樹木の梢にとまった地点の数を、林縁から0~10 m, 10~50 m, 50~100 m以上の範囲とで比べると、その結果はTable 2のとおりで、55年、56年の冬とも道路沿い10 m以内の範囲の値が著しく高かった。このことから、森林の奥地からやってきたヒヨドリは林縁部の樹木にとまり、ここで停滞する傾向があるものとみなされる。

c. カラ類混群 (林内採食・林内移動型)

石城ら (1973) によれば、シジュウカラ科をはじめとする食虫性の森林鳥類によって非繁

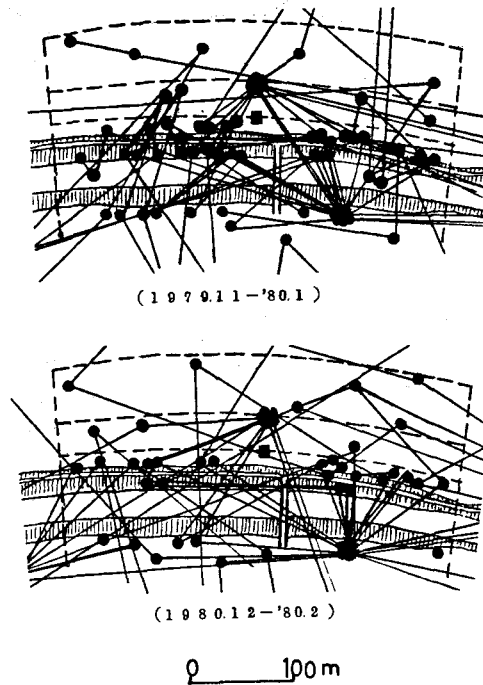
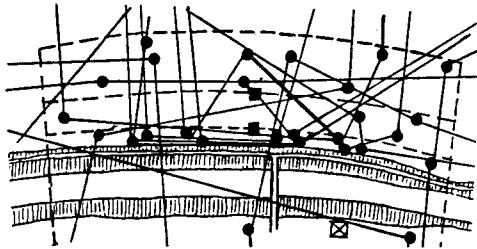


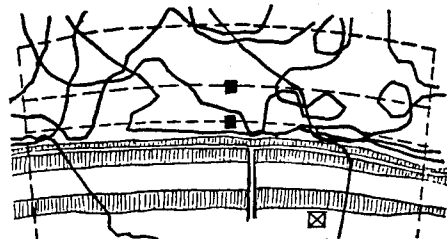
Fig. 3. Flight paths and alighting sites of Jungle Crow (*Corvus macrorhynchos*).

Table 2. Alight times of black-eared bulbul in the forest beside the highway

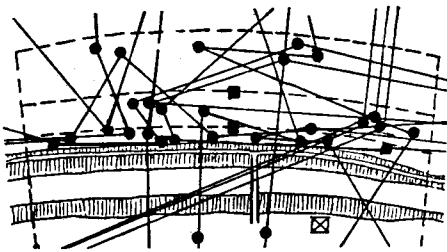
Period	Distance from forest edge		
	0~10 m	10~50 m	50~100 m
Before the commencement of utilization (1979.11~'80.1)	1.25/ha/hour	0.10/ha/hour	0.19/ha/hour
After the commencement of utilization (1980.12~'81.2)	1.43/ha/hour	0.27/ha/hour	0.14/ha/hour



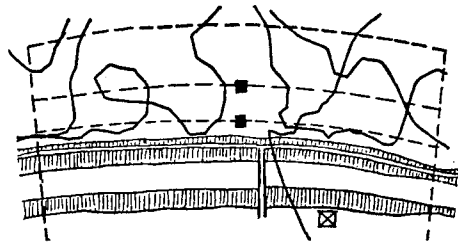
(1979.11-'80.1)



(1979.11-'80.1)



(1980.12-'81.2)



(1980.12-'81.2)

Fig. 4. Flight paths and alighting sites of Brown-eared Bulbul (*Hypsipetes amaurotis*).**Fig. 5.** Flight path of mixed flocks of titmice and some other birds.

殖期に形成される、いわゆるカラ類混群の種構成は、序葉樹林、トドマツ林、カラムツ林など林種ごとに異なっており、苫小牧演習林の広葉樹林ではシジュウカラ科4種、キツキ科4種、それにエナガ、ゴジュウカラ、キバシリ、クイタダキなど12種類が混群に参加することが知られている。

混群の鳥たちの採食はいずれも森林内の樹枝や幹でのものが中心で、時に森林上空を長距離の移動をすることもあがるが、ほとんどは樹木から樹木へと小刻みに移動して生活しており、またむれとして特定の行動域を持たない。

Fig. 5は、同じく2冬の観察で記録されたカラ類混群の行動跡である。

これらの記録を見ると、カラ類混群の場合には明らかに高速道路の横断を避ける傾向が認められる。

すなわち、Fig. 5の1971.11~'80.1の観察結果でわかるように、観察された混群7群のう

ち林縁 10 m 以内に接近した 5 群はみな、多少とも林縁を伝って移動を行い、そのうち 2 群は高速道路上空を横断して南側の飛び地にわたったが、他の 3 群は少なくとも観察区域内では横断しなかった。同じく 1980.12~'81.2 の結果を見ても、観測された 4 群のうち 3 群は高速道路を横断していない。

(2) 夏期の観察結果

夏期の行動観察は、この区域内で営巣が確認されたノビタキ (1 つがい)、アオジ (2 つがい)、シジュカラ (1 つがい)、ハシブトガラス (1 つがい) について行った。

記録は観察の都度、各つがいの個体ごとに行い、冬期の調査の場合と同じく観察期間終了後にその結果を種類ごとに一枚の図にまとめて記入し、それぞれの特徴を見ることにした。

a. ノビタキ

Fig. 6 は、ノビタキの行動の記録をまとめたものである。この種類は草原性の鳥であり、高速道路の建設によってその両側に作られた草本で覆われた法面に進出してきたものである。営巣は地上で行い、草本の茎から茎へと低く飛び移りながらもっぱら草本群落の中で虫などを採食する習性を持っている。

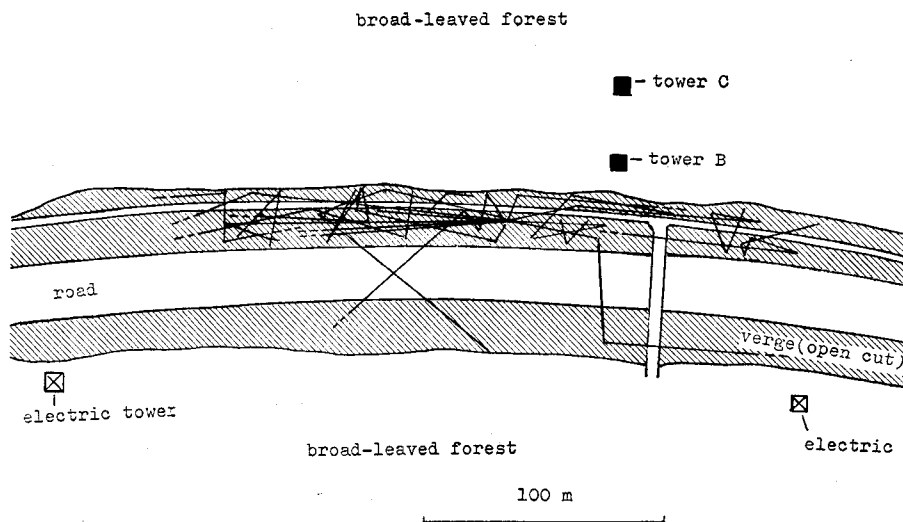


Fig. 6. Flight path of Stonechat (*Saxicola torquata*)

この図を見ると、ノビタキの行動の範囲 (home range) は道路の法面に限られていて森林部分にはまったく及んでおらず、また、高速道路上空を横断することもきわめて少ないことがわかる。これは上に述べたように、この鳥が草原性の鳥の中でもとくに地上近くを低くしかも短距離ずつ飛行する性質の強い種類であるために、4車線にわたって車両が行き来する幅 25 m の路面の横断を避けている結果とみてよいと思われる。

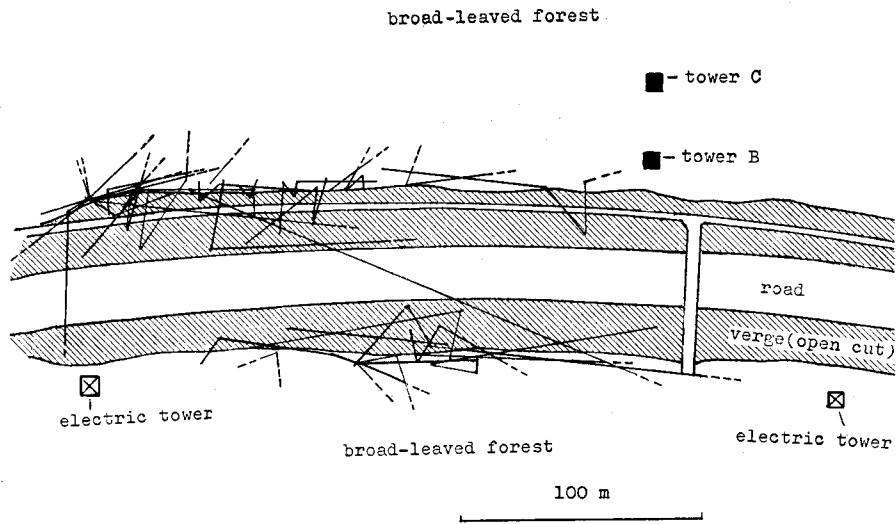


Fig. 7. Flight path of Black-faced bunting (*Emberiza spodocephala*).

b. ア オ ジ

Fig. 7 は観察区域内で繁殖した二つがいのアオジの行動を記録したものである。図に示されているように、この二つがいの行動圏は、道路をはさんでその両側に位置している。

アオジは北海道におけるもっとも代表的な林縁性の鳥であり、普通林衣群落からその近隣の原野、農耕地などにまたがって活動していることが多い。

ここでの二つがいの営巣は、いずれも林縁部に藪状に崩芽したミズナラの地上近くの樹枝上であったが、各つがいの行動跡を見ると、どちらも林縁部での活動が多く、この林縁部を中心として林内と道路法面の両方に入出入りしていることがわかる。しかし営巣場所と反対側の林縁部との行き来は少なく、二つの行動圏は高速道路をはさんでたがいに両側の林縁部を占居して細長く伸びた形になっている。

ただし、この観察区域以外では、所によってアオジの高速道路を横断しての行き来も観察された。このことから、この区域内での道路横断の少なさは、必ずしも高速道路の上空通過を避けた結果ではなく、道路をはさんで同種の二つがいがたがいにたがいを占居し、たがいの行き来を制限しあっていることによるように見える。

c. シジュウカラ

Fig. 8 にシジュウカラの行動跡を示す。前二種とちがい、先にも述べたようにシジュウカラは年間を通じてもっぱら林内で昆虫などを採食する森林性の鳥であり、とくに広葉樹林を好む種類であるが、この図を見てもシジュウカラの活動はほとんど森林内に限られており、林縁部から外の法面に出ることは少ない。また、営巣場所を中心として行動する繁殖期には混群をなして林内を移動する冬期間以上に高速道路上空の横断を行っていないことがわかる。

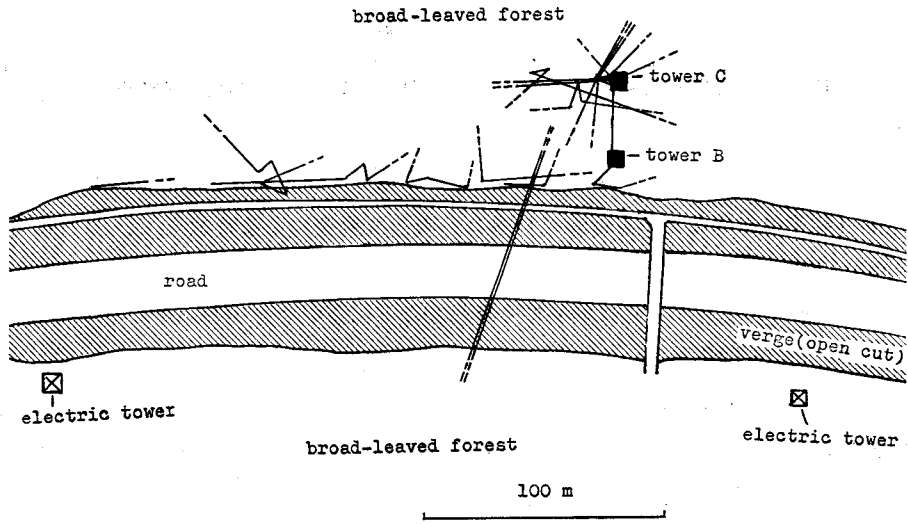


Fig. 8. Flight path of great tit.

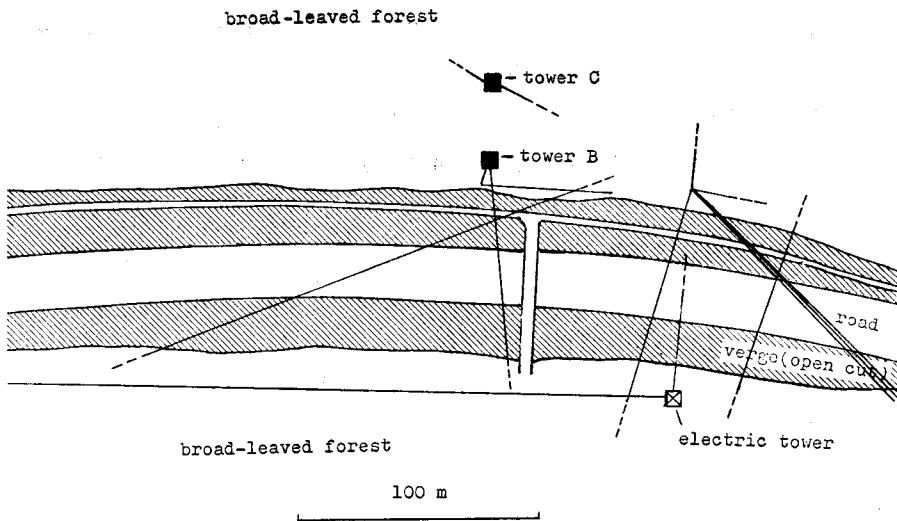


Fig. 9. Flight path of jungle crow.

d. ハシブトガラス

Fig. 9 はハシブトガラスの行動跡を記録したものである。前記三種の小鳥類とちがい、大型鳥類に属するハシブトガラスは繁殖期にもかなり広域にわたって活動する鳥であるが、ここでの観察対象になった一つがいも林内、市街地の両方面にわたって広く行動していて、そうした移動の際には、図に見られるように高速道路の上空を頻繁に往復しており、ハシブトガラスの場合は冬期間中と同様、高速道路の存在は、その活動にまったく影響を与えている形跡が認められない。

考 察

自動車道、とくに高速道路は、その周辺に生息する動物たちの移動や分散にいろいろな形の障害をひきおこすことがこれまでに知られている。

自動車道が動物にもたらす障害の中で、もっとも早くから人目をひき、問題とされてきたのは、哺乳類や虫類などの歩行性の動物の車両との衝突による時故死で、これについては KNOBLOCH (1939), DAVIS (1940), HUDSON (1966), BELLIS & GRAVES (1971) らをはじめとする多くの報告があり、それがとくに繁殖期や移動期などに多いこと (HAUGEN, 1944) や、車両通行量やスピードにも関係していること (McCLURE, 1951) などが報告されている。

しかしながら、道路が動物に与える、もう一つの障害は、路上での事故死以前の、動物が道路の横断を避けることからくる移動や分散の制限である。たとえば OXLEY *et al.* (1974) がカナダのオンタリオ地方で調べたところによれば、道路周辺に住むシロアシネズミ *Peromyscus leucopus* やヤマリスの一種 *Tamias striatus* は、道路幅をはるかに上廻る行動圏を持っているにもかかわらず、10 m 以上の道路を横断することがきわめて少ない。また、この横断を制限するものとしてもっとも大きな要因は道路幅で、幅員 30 m 以上の道路では車両通行量の多寡にかかわらず彼らの道路横断はほとんど皆無に近づいている。

一方、道路が飛翔性の動物に与える影響についてはこれまであまり関心が持たれておらず、わずかに BOEL LEFFET (1958) の、蝶類が道路上空の横断を避ける傾向があることを記した報告がある程度である。

今回の調査は、飛翔性の動物の中でももっとも行動能力の高いものである鳥類について、その行動が高速道路の影響を受けるか否かを調べたものであるが、道路に対する反応は鳥の種類と行動タイプによって明らかに異なっている。

まず冬期間の行動についてみると、林外採食・上空移動型として選んだハンプトガラスは、道路の上空をまったく自由に行き来しており、彼らの行動が道路によって制約されている形跡は認められなかった。

しかし林内採食・低空移動型のヒヨドリでは道路沿いの林縁部にきた個体がそこに停滞して横断をためらう傾向があり、さらにその傾向は林内採食・林内移動型のカラ類混群ではより明らかな形で認められた。STELKE & DICKSON (1980) によれば、森林伐開地の周辺では、草原性の鳥は林縁部にまたがって活動するものが少なくないが、森林性の鳥が草地に出ることはほとんどなく、一般にその行動は森林空間に強く結びつけられていることが報告されている。

今回の調査でみられた、森林性鳥類であるヒヨドリやカラ類混群の高速道路の横断を避ける傾向は、土工事終了後と車両通行開始後の時期とではっきりとした違いが認められなかったことから、車両の通行によるというよりも、主として森林伐開によるものと考えられる。

ただしこの調査当時の車両の通行台数は1日約3,000台であり、昭和61年度段階でもおよそ4,000台前後とされている。これは高速道路の車両通行量としては少ない数であり、これが今後増加した場合には車両の通行そのものによる影響が現われないとは断言できない。

しかしながら、現在苫小牧市内では家の周辺にバード・テーブルを設置して冬期間小鳥に給餌する家庭が増きえており、それらを訪れる鳥の中にはシジュウカラ、ヤマガラやヒヨドリなどの森林性の留鳥類も珍しくない。現在の苫小牧市街地にはこれらの鳥を繁殖させる巣箱や公園の繁みがきわめて少ないことから、これらの多くは市街地と周辺の森林地帯を分断する高速道路を横断して冬期間市街地に入り込んできたものと思われる。このことからみて、少なくとも現在までのところ、高速道路は冬期間中森林性鳥類、とくに林内採食・林内移動型の種類の行動に個体レベルではある程度の影響を与えているようであるが、種としての移動や分散の大きな障害にはなっていないとみてよいだろう。

つぎに夏期の行動についてみると、今回の調査で観察された4種のうち、ハシブトガラスは冬期間の場合と同様高速道路の存在が活動に影響を与えている形跡はまったくみられなかったが、他の3種、ノビタキ、アオジ、シジュウカラにはいずれも高速道路を横断して対岸に渡ることが少ない傾向が認められた。

このうちノビタキの場合は草本の茎から茎へ低空を短距離ずつ飛ぶことの多い性質が、またシジュウカラの場合の森林性の鳥であることが、それぞれ高速道路上空の横断を避けさせていたものとみてよいと思われる。しかしアオジの場合は、二つのつがいが高速道路の両側を占居していたことがたがいの道路横断を制限しあっていた可能性が強いと思われる。生垣、道路などの人為物がしばしば鳥類のなわばりの境界になることは古くから知られており、(HOWARD, 1920; LACK, 1943)、高速道路のような幅の広い帯状の空白地帯がいろいろな種類の鳥の行動圏やなわばりの境界になることは十分に考えられる。

なおこの夏期の場合も、高速道路がもたらすこれらの行動範囲の制限は、あくまでもその周辺に定着した個体やつがいの行動として見られるものであり、高速道路北側にひろがる苫小牧演習林の森林には高速道路建設後も南からの多くの渡り鳥が例年通り渡来しており、この地域における鳥たちの季節的な渡りや移動の障害になっている形跡はない。

謝 辞

この調査は日本道路公団からの受託研究「北海道における道路計画と森林環境保全に関する研究」の一部として行われた。

本文をまとめるにあたって原稿整理に協力していただいた苫小牧演習林職員石井恵美子さんをはじめ、さまざまな援助を受けた演習林職員同各位に心からお礼申し上げます。

文 献

- 1) BELLIS, E. D. and GRAVES, H. B. (1971). Deer mortality on a Pennsylvania interstate highway. *J. Wildl. Mgmt.*, Vol. 35: 232-237.
- 2) BOER LEFFEF, W. J. (1958). De entomologische waarde van eikenberkenlos. De levende Natuur. 61: 97-102. (VAN DER ZANDE, A. N. et al., 1980による).
- 3) DAVIS, W. B. (1940). Mortality of wildlife on a Texas highway. *J. Wildl. Mgmt.*, Vol. 4, No. 1: 90-91.
- 4) DICKERSON, L. M. (1939). The problem of wildlife destruction by automobile traffic. *J. Wildl. Mgmt.*, Vol. 3, No. 2: 104-116.
- 5) FROS, S., LOTHIAN, A., BUTTON, I. and PUCTH THOMAS, M. (1976). A survey of the impact of motorways on agriculture. *Int. J. Environ. Stud.*, 9: 169-175.
- 6) HAUGEN, A. O. (1944). Highway mortality of wildlife in southern Michigan. *J. Mammal.*, 25: 177-184.
- 7) HODSON, N. L. (1966). A survey of road mortality in mammals. *J. Zool., London.* 148: 576-579.
- 8) HOWARD, E. (1920). *Territory in Bird Life.* London.
- 9) 五十嵐恒夫 (1977). 高速道路予定地の樹種構成. 北海道における道路計画と森林環境の保全に関する調査研究 (その1), 2-9, 北海道大学演習林.
- 10) 五十嵐恒夫・小笠原定広 (1978). 高速道路予定地の林分構成と永久ロードラートの設定. 北海道における道路計画と森林環境の保全に関する調査研究 (その2), 1-41, 北海道大学演習林.
- 11) 石城謙吉・松岡 茂 (1972). 北海道大学苫小牧演習林の鳥類相その1. 北大演習林研究報告, 29(1): 43-54.
- 12) 石城謙吉・松岡 茂・小川 巖 (1973). 北海道大学苫小牧演習林の鳥類相その2. 北海道大学演習林研究報告, 30(1): 55-68.
- 13) 石城謙吉 (1977). 苫小牧演習林の鳥一冬期の鳥類相. 北海道における道路計画と森林環境の保全に関する調査研究 (その1), 26-31, 北海道大学演習林.
- 14) KNOBLOCH, W. (1939). Death on the highway. *J. Mammal.*, 20: 508-9.
- 15) LACK, D. (1943). *The Life of the Robin.* Witherby, London.
- 16) McCLURE, H. E. (1951). An analysis of animal victims on Nebraska highways. *J. Wildl. Mgmt.*, 15: 410-20.
- 17) OXLEY, D. J., FENTON, M. B. and G. R. CARMODY (1974). The effects of roads on populations of small mammals. *J. appl. Ecol.*, 11: 51-9.
- 18) SMITH, W. H. (1971). Leaf contamination of roadside white pine. *Forest Sci.* 17: 195-198.
- 19) STRELKE, W. K. and J. G. DICKSON (1980). Effect of forest clear-cut edge on breeding birds in eastern Texas. *J. Wildl. Mgmt.*, 44: 559-567.
- 20) SULLIVAN, J. B. and MONTGOMERY, P. A. (1972). Surveying highway impact. *Environment*, 14: 12-20.
- 21) VAN DER ZANDE, A. N., W. J. TER KEURS and W. J. VAN DER WEIJDEN (1980). The impact of roads on the densities of four birds species in an open field habitat-evidence of a longdistance effect. *Biol. Conserv.*, 18: 299-321.

Summary

The effects of highway on the behaviour of birds inhabiting the adjacent forest were observed in the roadside area of the Tomakomai Experiment Forest of Hokkaido University in southern Hokkaido.

In the winter season, the behaviour of the following two species and the mixed flocks

consisting of titmice and some other birds were observed: the Jungle Crow, *Corvus macro-rhynchos*, as a typical species that forages in open areas and flies high in the air; the Brown-eared Bulbul, *Hypsipetes amaurotis*, a species that forages in the forest and flies low on the forest canopy; and the mixed flocks consisting of several species of tits and some other insectivorous forest birds, which move from tree to tree in the forest through the winter season.

Observations revealed that the crows were not affected at all by the highway, but the bulbuls sometimes hesitated to fly across the highway. This tendency was more obvious in the titmice flocks.

In summer, four species of birds which built their nests in the observation area were observed.

The Jungle Crow appeared not to be affected by the highway, as in winter. But the Stonechat, *Saxicola torquata*, which inhabits herbaceous vegetation along the road bank and flies low on the ground, scarcely flew over the highway. And the Great tit, *Parus major*, was observed only in the forest and did not emerge into the open area around the highway. Two pairs of Black-faced bunting, *Emberiza spodocephala*, occupied their territories on either side of the road, and for them the highway served as a boundary for their territories.

No significant disturbances of the seasonal dispersions or migrations of these species were recognized.