

Strix 10 : 115-126 (1991)

大規模送電線工事がイヌワシにおよぼす影響 — 生息地放棄のメカニズム —

柴田匡敏^{1,2}・伊藤正美²・青木 進²・坂本 康²・長尾信一²・藤田京子²

はじめに

イヌワシ *Aquila chrysaetos* は、わが国に生息する大型猛禽類の中でも最も絶滅が危惧されている種のひとつである。1965年には「天然記念物」の種指定、1972年には「特殊鳥類」の指定を受けている。イヌワシは生息地が限定されているうえに、行動圏も広く、調査のむずかしさと相まって、全国的な規模での生息数の把握などは困難をきわめている。アンケート調査から国内での生息数は約500羽と推定され（樋口・武田 1983）、1981～1985年の継続調査により、118つがい283羽、最大でも200つがい480羽と推定されているにすぎない（日本イヌワシ研究会 1986）。

イヌワシの樹上営巣例はわが国では数少ないが（山田 1986）、その1例として山梨県都留市で1987年、筆者らによって1羽のヒナの巣立ちが確認され、県内における最初の繁殖記録となった。一方、そのつがいの生息地内において1988～1989年まで大規模な送電線新設工事が行なわれた。その結果、イヌワシは1988年の繁殖活動を中断し、それ以降、生息地を放棄するに至った。この間の工事がイヌワシに与えた影響について報告する。

調査地の概要

1. 営巣地

都留市は山梨県の南西部に位置し、同市を流れる鹿留川の流域の約30km²を調査地域とした（図1）。地形は急峻で谷が複雑に入りくみ、植林地、草地、伐採地、自然林が混在し、イヌワシの食物となるノウサギ *Lepus brachyurus*、ヤマドリ *Phasianus soemmerringi*、アオダイショウ *Elaphe climacophora* なども豊富に生息し、自然度が高い。

営巣場所は標高1,632mの主峰鹿留山の東麓部に位置し、標高約1,000mの支尾根の一部岩盤が露出した急傾斜地にあるウラジロモミ *Abies homolepis* の樹上だった。営巣木は樹高30m、胸高直径140cmで、巣の地上高は24mである。巣材の底部は枝の原形をとどめないほど風化し、この巣が長年にわたって使用されていたことが確かめられた。

2. 占有領域（なわばり）

本調査地域のイヌワシの行動圏、占有領域（なわばり）および採食地の位置を図2に示す。

1991年11月15日受理

1. 〒424 清水市折戸 2-11-23

2. 日本イヌワシ研究会、〒520-23 滋賀県野洲郡野洲町行畑 482-57

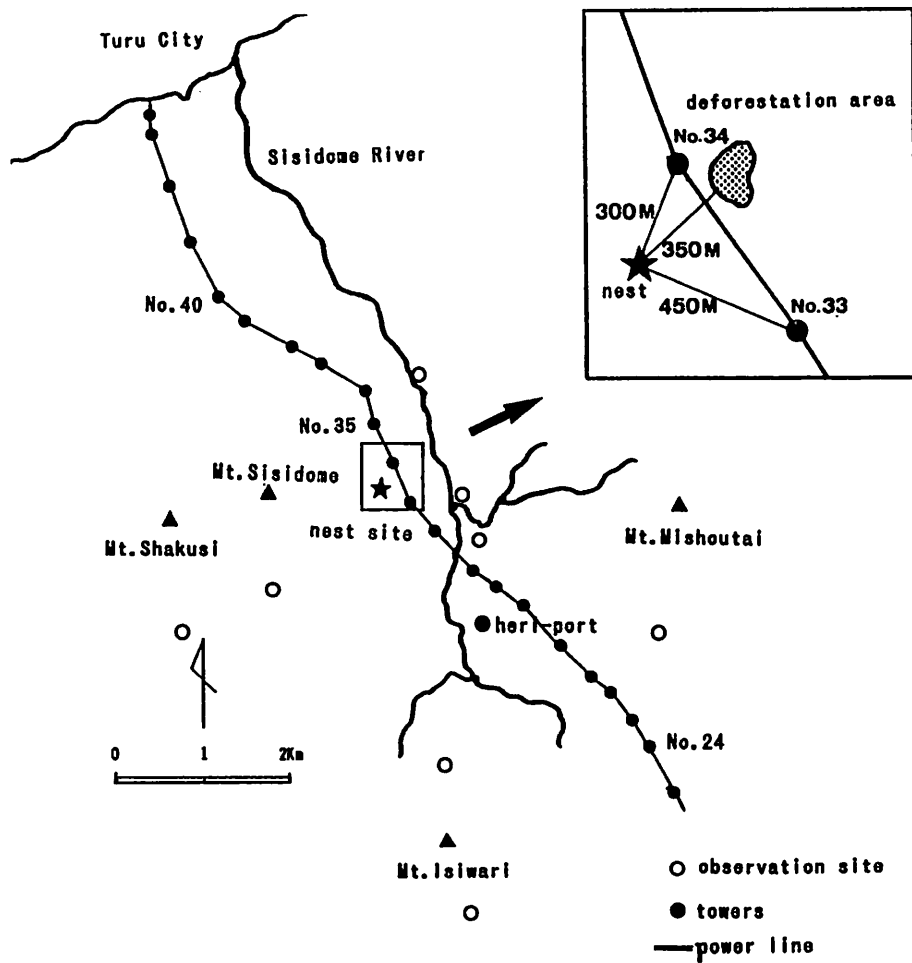


図1. 調査地域と営巣地および送電線の位置図.

Fig. 1. Map of the study area.

イヌワシはその行動圏の中に一定の占有領域をつくることが知られている (重田 1974). 占有領域内には営巣地をはじめとして, 見張り場, 休息場, ねぐらなどの生活拠点が含まれ, 一種の常生圏を形成している. 繁殖期には占有領域に対する執着性が非常に強く, 本調査中にも, 同種の別個体やほかの猛禽類, カラスなどが領域内に侵入すると攻撃を加えて外へ追い出すのが観察された. 占有領域は非繁殖期には消滅するか, または執着性がきわめて小さくなることが知られている (重田 1974).

送電線工事の概要

本調査のイヌワシ生息地内で行なわれた送電線工事は, 東京電力による静岡県小山町の新富士変電所から, 神奈川県山北町, 山梨県都留市を通過して, 山梨県大月市に至る延長31 km, 鉄塔数67基の山梨東線新設工事の一部であった (東京電力 1987). そのうち, 鉄塔数15基 (鉄塔No. 24-No. 38), 延長約7 kmがイヌワシの行動圏を通過する計画になった

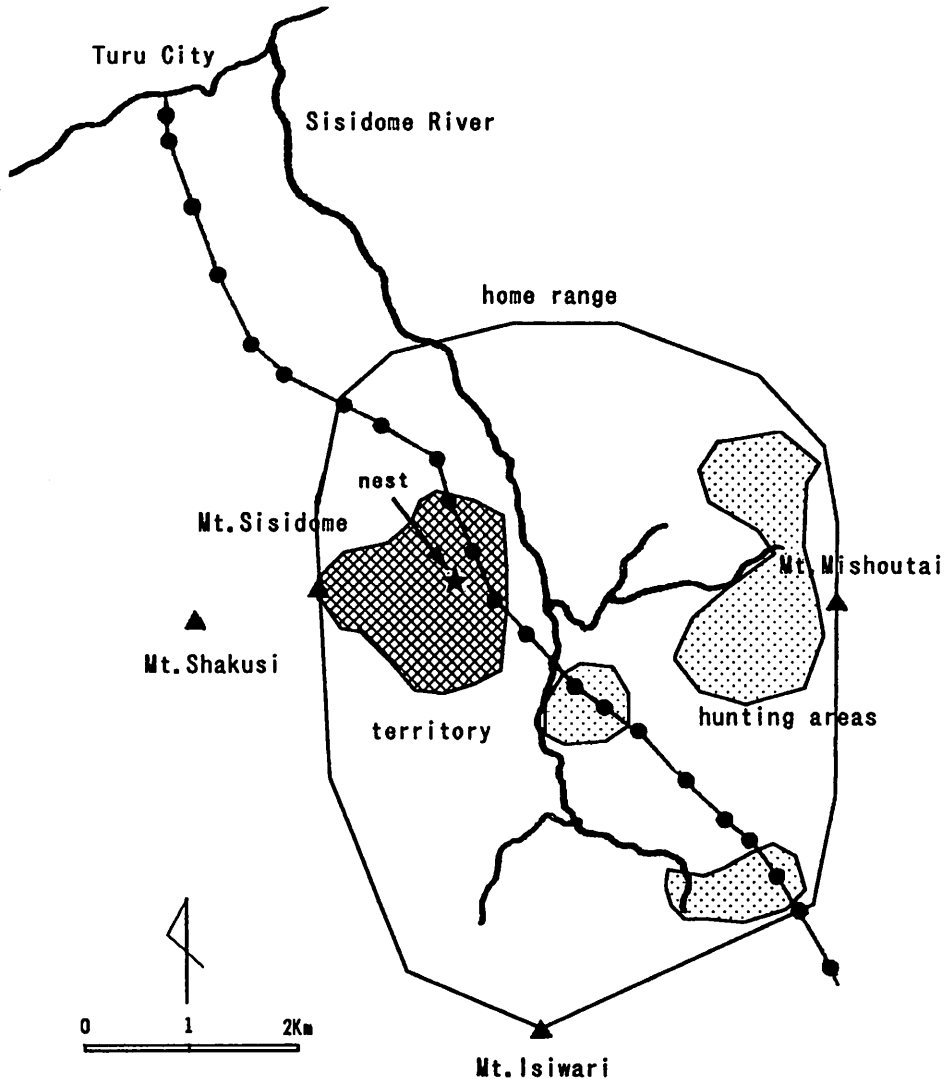


図2. イヌワシの行動圏とそこにおける占有領域（なわばり）、営巣地および採食地。

Fig. 2. Home range, breeding territory (cross-hatched), nest site (★) and hunting area (dotted) of the pair of Golden Eagles in the study area.

(図1). 新設された鉄塔の形状を図3に示す。鉄塔の間隔は最短で282m, 最長で743m, 平均で約500mであった。鉄塔の地上高は, 最低で56m, 最高で103m, 平均で約72mであった。鉄塔敷地の林の伐採面積は最小で1,435m², 最大で3,142m², 平均で2,216m²であった(表1)。このほかに資機材を鉄塔まで搬入するための索道, 作業拠点, ヘリポート, 保守用地などのためにも伐採・整地が行なわれた。ただし, 伐採地は, 鉄塔敷地などを残し, ほとんどが工事終了後に現状復元されている。

工事の工程は仮設工事, 資機材の運搬, 鉄塔組み立て, 架線工事に大別され, 1988年2月～1989年5月までの16か月間にわたって連続して行なわれた(図4)。

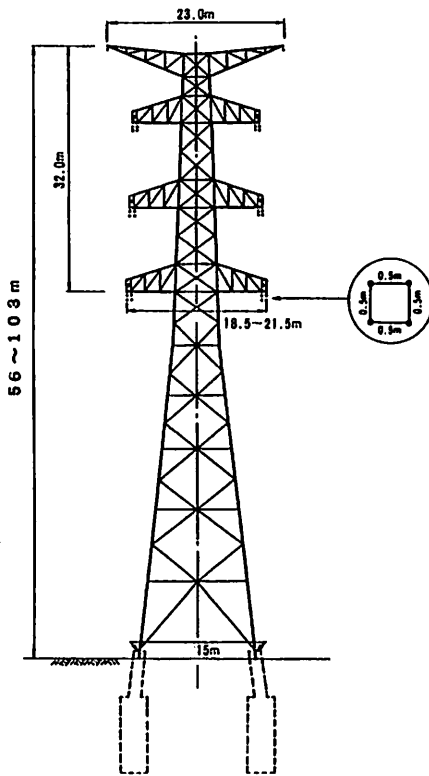


図3. 鉄塔の形状（東京電力1987による）。

Fig. 3. Structure of a tower for electric wires.

表1. イヌワシの行動圏を通過する鉄塔の、各鉄塔間の送電線の長さ、鉄塔の地上高、敷地面積および伐採・作業面積の概要。

Table 1. Summary of length of electric wire, height, base area and cut area of towers in the study area.

Tower No.	line length (m)	Height (m)	Base area (m ²)	Cut area (m ²)
24	378	98	821	2,638
25	465	96	861	2,044
26	282	83	492	2,230
27	481	78	574	2,438
28	671	56	335	1,468
29	364	62	422	1,988
30	297	71	392	3,142
31	736	71	480	2,277
32	381	59	324	1,435
33	545	58	356	2,157
34	465	75	515	2,478
35	437	59	325	1,806
36	628	64	756	2,182
37	400	65	495	2,365
38	611	103	784	2,200
39	427	65	441	2,479
40	743	70	506	2,089
41	666	69	529	2,458
42		74	495	2,223

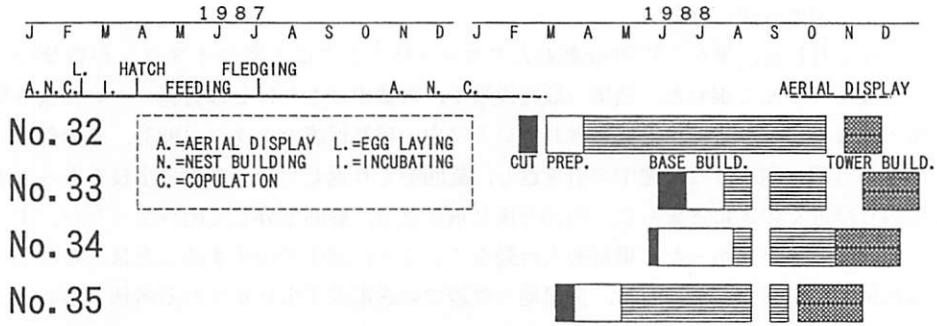


図4. 営巣地に近接した送電線の工事スケジュールとイヌワシの営巣活動周期.

Fig. 4. Breeding cycles of Golden Eagles in 1987 and 1988, and the schedule of power line construction near the nest site.

なお、本工事において、イヌワシの繁殖への影響を最小限にするため、以下の保全対策が講ぜられた。(1) No. 33およびNo. 34鉄塔用地の伐採時期の延期、(2) ヘリポートの位置変更、(3) 一部、低騒音工法の採用、(4) 送電線に衝突防止リングのとりつけ、などである。また、これらの保全対策と前後して、山梨県は営巣地を含む生息地の一部を休猟区指定(1988年11月1日~1991年10月31日)とし、同じく営巣地周辺の県有林の伐採、枝打ち、下刈り作業の一時休止を決定した。しかし、結果的にイヌワシが営巣中断、生息地放棄したので、これらの保全対策は積極的には評価できなくなった。

調査方法

調査は、工事開始前の1986年から工事後の1991年まで、調査地域内に定点観察地点を設け、50,000分の1、25,000分の1地形図をもちいて地図上に飛翔経路などを記入し、年間を通して行動圏内および占有領域内の行動を調べた。工事開始前に49日間、工事開始後に218日間の観察を行なった。

行動圏は、イヌワシの出現地点、消失地点、到達地点などを地図上に記入し、それが最外殻を成すように最小面積法(江口 1982)をもちいて作出した。また、工事着工後はとくにイヌワシの行動に対する工事の影響に注目した。1987年の繁殖終了後、および1988年の繁殖中断後、営巣木に登り、巣の調査も行なった。

調査結果

1. 生息地放棄までの経過

1) 工事開始前の行動

本調査地域のイヌワシは1984年にはじめて生息が確認されたが、繁殖の証拠は得られていなかった。1986年11月にはじめてつがいの生息が確認され、ひき続いて、求愛行動、交尾、巣材搬入、抱卵などの一連の繁殖行動の後、1987年7月に1羽のヒナの巣立ちが確認された(図4)。1987年末から、再び繁殖の兆候を示す求愛行動、交尾、巣材搬入などが行なわれ、営巣活動は順調に進行しているものと思われた。送電線工事以前の調査によってもとめた行動圏を図2に示した。

2) 工事開始直後の行動

1988年2月11日、巣から約500m離れたアカマツ林の上空に1羽のイヌワシが青葉のついた小枝をつかんで現れた。造巣の最終段階や、育雛中にもしばしば青葉のついた枝を巣に搬入することは今までにも観察されている（白山自然保護センター 1983）。その個体は営巣木の方向に向かったが途中で引き返し、旋回をくり返した後、青葉の小枝をもったまま見張り場近くの木にとまった。約10分後に飛び立ち、旋回上昇して南へ去ったが、すでに小枝はもっていなかった。巣材搬入行動をこのように途中で中止することは、これまでに観察例がなかった。この日は、営巣地の周辺での送電線工事にかかわる各種工事および県有林の伐採がちょうど開始された日にあたっていた。

占有領域内における繁殖前期（11月～翌年3月まで）の出現率、造巣行動、交尾行動の割合を、工事開始前から工事開始後にかけて4シーズンで比較した（図5）。工事開始前の2シーズンはともに出現率が約80%と高く、造巣行動と交尾行動も多く見られたが、工事開始後はこれらの値が有意に減少している（ $\chi^2 = 12.327$, 自由度 = 1, $P < 0.001$ ）。

3) 繁殖中断の確認

1988年4月17日に営巣木に登って巣内を観察した結果、巣は60～90%近く完成し、青葉のついたアカマツの小枝が搬入されたまま放置されていたことから、産卵直前に営巣を中断したものと判断した。その後イヌワシは占有領域内ではもちろん行動圏内でも確認され

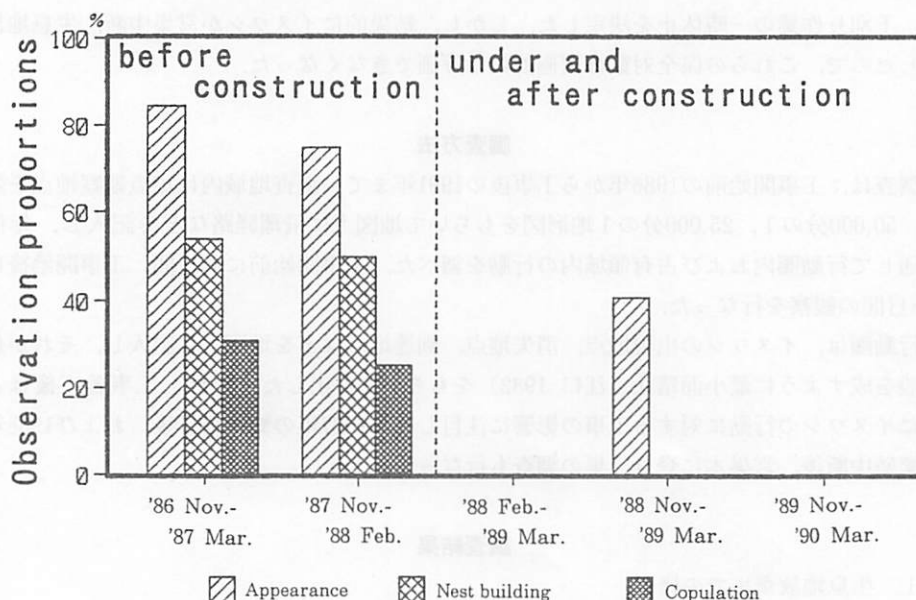


図5. 繁殖期における占有領域内のイヌワシの出現率の変化。出現率は、出現日数/調査日数、造巣行動は、造巣行動を観察した日数/調査日数、交尾行動は、交尾を観察した日数/調査日数として算出した。

Fig. 5. Observation frequencies of appearance, nest building and copulations in days in the breeding seasons. The eagles stopped breeding and left the breeding territory after the construction.

ず、3月下旬になってやっと行動圏内で観察された。

4) 工事中の行動

1988年10月にはつがいによる求愛行動が観察され、翌年1月にも単独個体による求愛行動が観察されたので、占有領域内に対する執着性を示すものと考えられたが（出現率 = 40.5%）、営巣地周辺にはあまり出現せず、繁殖行動も途中で中断された。

図6は工事開始前と工事開始後とで、繁殖期におけるイヌワシの占有領域を中心とした出現回数を比較した。工事開始前には、出現地点が営巣地に集中している。一方、工事開始後の1988年春は、占有領域内での出現が確認されず、その後は営巣地を通過する送電線ルートをはずれて、鹿留山の見張り場付近が出現の中心になっている。この出現地点の変化は、その後の繁殖期以外の期間でも同様の傾向が見られた。33号と34号鉄塔および送電線はイヌワシが営巣地付近で上昇気流を利用する谷をまたいでおり、行動を制限する影響が大きかったものと考えられる。

5) 生息地の放棄

工事期間中（1988年2月～1989年5月）の出現頻度は著しく低下し、散発的な出現や単独個体での出現が主であった。1989～1990年の繁殖期に96日間調査を行なったが、行動圏内にはまったく出現しなかった。それ以降、本調査地内でイヌワシは確認されておらず、生息地を放棄したものと見なされるに至った。

2. ヘリコプターの影響

今回の工事の特徴としてヘリコプターの使用があげられる。主として索道による資機材の運搬の困難な箇所と送電線の緊線工事の一部に使用された。ヘリコプターとイヌワシとの関係については内外からの報告があるが（池田 1986, Ellis 1975）、いずれもヘリコプターの飛行がイヌワシに忌避行動をとらせるとしている。

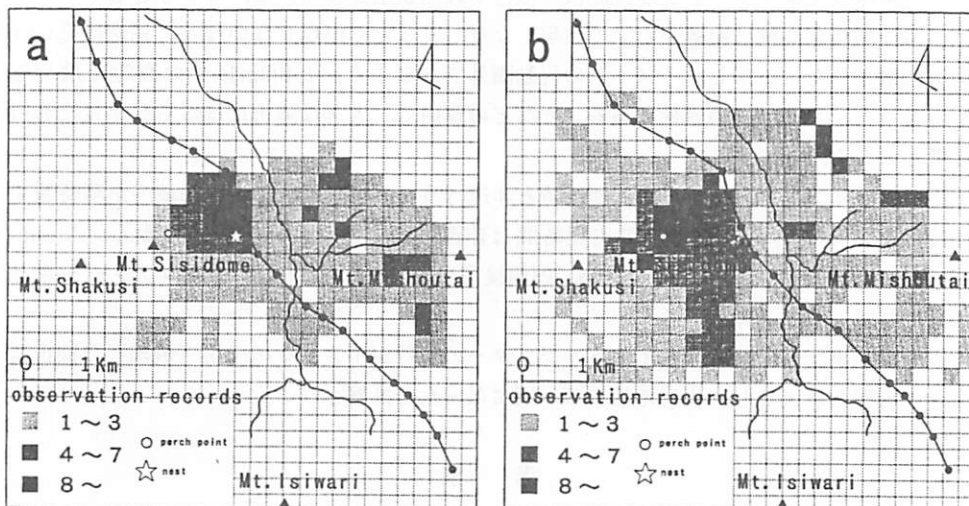


図6. 繁殖期におけるなわばりを中心とするイヌワシの出現回数。

a: 送電線工事開始前（調査日数23日）、b: 送電線工事開始後（調査日数47日）。

Fig. 6. Observation densities of Golden Eagles in the breeding seasons, before (a) and after (b) the construction.

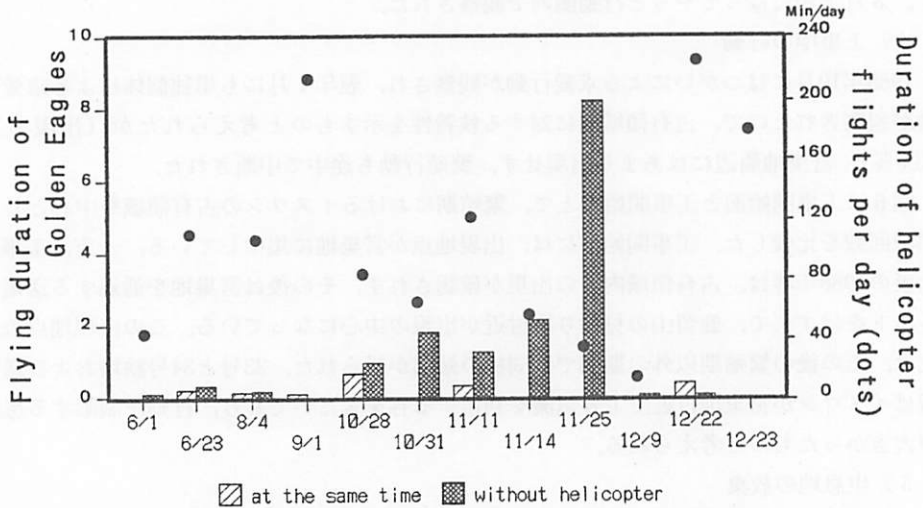


図7. ヘリコプターの運行日におけるイヌワシの出現時間. 運行時と非運行時それぞれの出現時間は、各日のヘリコプター運行時間を1とした時の相対値.

Fig. 7. Flying duration of Golden Eagles in cases with and without helicopter flight. Flying duration of vertical axis represents the proportion to the duration of helicopter flights.

ヘリコプター運行時には、人間でさえ恐怖をおぼえるほどの騒音がひびき、付近の樹木は押し倒されんばかりに揺れ動いた。舞い上がった砂塵が1 km離れた観察ステーションにまで届き、視界は1 km先の鉄塔すら見えないほどにさえぎられた。一方、鹿留川流域内で自衛隊ヘリコプターおよび民間機の飛行が数回観察されている。このときもイヌワシは工事作業時と同様に距離をおいて出現したり、まったく出現しないなど、忌避に近い行動が観察された。しかし、イヌワシの行動圏外であること、1,400m以上の高空を飛行していたこと、および、通過性であることなどの理由で、大きな障害にはならなかったものと考えられる。

図7はヘリコプター運行日に、運行時と非運行時でのイヌワシの占有領域内出現時間を比較したものである。運行時の出現時間は非運行時のそれに比べ有意に短く（Mann-Whitney U 検定 $U = 36$, $P < 0.05$, 両側検定）、イヌワシは工事用ヘリコプターをさけて出現していると考えられる。

以上の結果から、行動圏内でのヘリコプターの飛行がイヌワシの出現（飛翔）の抑止に大きく影響をおよぼし、生息地放棄の一因になったと推察される。

考 察

1. わが国における類似例

わが国で、このようなイヌワシの繁殖阻害と送電線工事との因果関係について、類似した報告例は少ないが、鳥取県では2年間におよぶ送電線工事期間中は繁殖に成功したが工事終了後は極端に繁殖率が低下し、6年間に1回しか成功していない例がある（塩村功私信）。これは占有領域内を通過する送電線とヘリコプターによる巡視が原因であると推

定されている。滋賀県ではヒナのふ化と前後して営巣地付近ではじまった送電線工事と工事用ヘリコプターの飛来がヒナの死亡原因の一因となったことが推定されている（井上 1986）。ここでは、送電線工事中の2年間は繁殖に成功しなかったが、工事の終了後に送電線から約500m離れた別の巣を利用して繁殖に成功している（山崎 卓 私信）。しかし、上記の例はいずれも工事との因果関係が明確には特定されていない。

2. 生息地放棄のメカニズム

一般的にイヌワシの営巣中断のおもな原因は、(1) 無精卵、傷病などの生理機能にもとづくもの、(2) 落石、降雪などの自然現象によるもの（青山 1985, 真崎 1985）、(3) 人の接近、各種工事などの人為的な圧力によるもの（池田 1986）などが考えられる。イヌワシはとくに人為的干渉には敏感で、そのためイヌワシ研究者の間では繁殖期に営巣地へ接近することは極力さけることが常識とされている。

1988年の春の営巣中断の原因として、(1)、(2)は、親鳥の行動および巣の調査から明らかに除外してよいと考えられた。(3)については、2月11日以降イヌワシの繁殖行動が有意に減少し、長期間、営巣地周辺に姿を現さなかったことから、営巣地付近に長期間にわたってイヌワシの干渉源が存在していたことが考えられる。それには当時、生息地内で同時多発的に行なわれていた送電線工事および営巣地に至近（約350m）の県有林の伐採があげられる。

イヌワシの繁殖期は10月ごろからはじまり、1～2月の産卵期まで求愛行動、交尾、巣材運搬などの顕著な繁殖行動が頻繁に見られることがわかっている（立花 1983, 白山自然保護センター 1983）。一方、本調査のイヌワシは春の営巣中断の後、1988年10月～翌年1月までつがいはまたは単独による求愛行動が観察されたが、それにひき続く繁殖行動が見られず、散発的なつがいの出現や単独個体だけの出現など、不安定な出現状況となった。この年は繁殖の初期段階で繁殖活動を中止したものと推察された。一方、この時期の送電線工事の進行状況は、最も営巣地に近い34号鉄塔（巣からの距離が約300m）と33号鉄塔（同約450m）を含む32～37号鉄塔の組み立て工事の時期にあっており、ひき続いてヘリコプター作業を含む架線工事が行なわれた。鉄塔完成後、送電線から営巣地までの最短距離は約200mとなっている（図1）。

送電線工事は工事そのものの影響だけでなく、終了後、半永久的に空間を占拠する構築物が存在し続ける。とくに、イヌワシは行動圏内に上昇気流を利用した滑翔（ソアリング）や長距離飛翔、捕食時の急降下などができる空間が必要であり、送電線と鉄塔は大きな行動制限となる。また、工事完成後には保守点検にヘリコプターによる巡視が行なわれるが、ヘリコプターの影響については先に述べたとおりである。

これらの状況から、本調査地域のイヌワシは送電線工事と県有林の伐採作業によって、最も敏感になっていると考えられる繁殖期当初から、きわめて不安定な生息条件下に置かれた。その後、16か月間にわたる送電線工事が、生息地の中でもとくに重要な営巣地、占有領域、採食地などの周辺で行なわれ、その影響で連続2年にわたって繁殖中断を余儀なくされた。また、鉄塔および送電線の出現によって生息地の環境はいちだんと悪化した。そのために生息地に対する執着性が著しく低下し、生息地を放棄したと考えられる。

その後、本調査地のイヌワシは、1989年5月～1991年9月現在に至るまで2年以上も旧生息地にはまったく姿を現していない。また、周辺地域に調査範囲を拡大したが生息の証

拠は得られていない。

3. ルート変更の提言と事業主の対応

本事例では結果的に考えると、実際に保全対策として講ぜられた32～34号鉄塔の工事延期と県有林伐採、管理事業の休止は、すでにイヌワシの繁殖活動に影響をおよぼした後であったために手遅れであった。工事の着工と同時に造巢行動に影響が出た1988年の2月11日の時点で、工事の即時中止または送電線ルートの変更以外にイヌワシの保全方法はなかったものと思われる。

このルート変更はイヌワシの行動圏全域をさけることが最良であるが、占有領域や採食地をさけて32～36号鉄塔までを鹿留川右岸に建設するだけでも保全には効果があったと思われる。また、工事はイヌワシが最も敏感になる繁殖期間をさけ、7～11月ごろに集中させて行ない、ヘリコプターの使用は極力さけるべきであった。

ルートの決定にさいしては地盤の地質的な要因や市街地をさける観点から、鹿留川流域を通過する本ルートが最終的に最適と判断された背景があったので、筆者らは事業主（東京電力）に対して、前述の部分的なルート変更を提言した。しかし、すでに計画から完成までの行程の90%を消化していることなどから変更は不可能だという解答だった。すなわち、ルート変更のためには、改めてルート調査、測量、設計変更、諸届の申請、用地接収、請負契約、資材購入などをすべてやり直すために、送電線の完成時期が大幅に遅れ、1989年夏～1992年までの3年間、山梨県に対して電力需要の増加に対応することが不可能になるという説明だった。

本工事の初期の計画段階でイヌワシの生息が判明していれば、ルート変更は可能だったという説明も受けた。神奈川県、静岡県内の路線では、自然環境への影響を少なくするために既存の天竜東幹線を建て替え増強して利用している。同様にして、イヌワシの行動圏内でも今回の新設をさけて、隣接する天竜東幹線を利用することが可能であったと思われる。

本事例で最も不幸だったことは、事業主の行なった鹿留川流域の環境評価調査（環境アセスメント）でイヌワシの生息が確認されなかったことにある。短期間の現地調査や文献調査では、形式的な環境評価はともかく、生息数の少ない貴重種の存在確認などや精度の高い環境評価は不可能であろう。また、送電線のような空中構築物をつくる工事の計画には、地上性の動物よりもイヌワシのような大型鳥類の存在やそれらに対する影響をとくに重要視するべきである。

4. 今後の課題

従来からイヌワシなどの貴重種の生息情報などは、保護保全の理由で一般に公表しないことが通例とされてきた。しかし、各種の開発行為が各地で大規模に行なわれるようになった現在、これらの情報は公表することも含めて慎重に、かつ、適切に管理することを考える時期にきていると思われる。また、開発行為の計画、事前情報こそが、事業主側からまず地域住民に公開されるべきだと考えられる。

イヌワシは国レベルで保護保全が検討されるべき貴重種である。今回の轍をふまないためにも、今後は生息が確認された段階で、開発行為の中止、計画の見直しなどの強力な保護対策を迅速かつ有効に講ずる必要がある。そのために保全技術や予測評価システムの確立、アセスメント条例など法整備も急務である。また、研究者、保護団体、地元住民、監

督官庁、企業などの相互間の整合性など、解決すべき問題点も数多く残されている。

謝 辞

報告にあたり、東京電力株式会社、財団法人都市経済研究所、都留文科大学動物学教室イヌワシ研究班、山梨県林務部、ならびに日本イヌワシ研究会の各位には貴重な情報をご提供いただいた。また、山梨大学の中村司教授、都留文科大学の今泉吉晴教授には適切なご教示をいただいた。厚く感謝の意を表する。

要 約

山梨県都留市において、つがいのイヌワシに対する大規模送電線工事の影響について調査した。その結果、1988年の繁殖中断は送電線工事と営巣地近くの伐採がおもな原因であると推定された。同じく、1989年は送電線工事が原因だと推定された。また、ヘリコプターによる作業はイヌワシに忌避行動をとらせることも観察された。2年連続して繁殖を中断したことにより、イヌワシは生息地を放棄した。なわばり内に出現した送電線と鉄塔も生息地放棄の一因になったと思われる。イヌワシの保全策としてとられた工事の延期と工法の改善も十分な効果がなかったと思われる。このイヌワシの生息を保全するためには、工事の中止か送電線ルートの変更以外に方法はなかったと思われる。このような送電線工事には、大型猛禽類に対する十分な注意とより正確な事前調査が必要である。

引用文献

- 青山一郎. 1985. 岩手県でおきたイヌワシ親子の落石事故について. *Aquila chrysaetos* (3) : 14.
- 江口和洋. 1982. 脊椎動物の社会性 生態学研究法講座9, pp. 140-219. 共立出版, 東京.
- Ellis, D. H. 1975. First experiments with capturing Golden Eagles by helicopter. *Bird Banding* 46 : 217-219.
- 白山自然保護センター. 1983. イヌワシの生態 白山の自然誌4. 白山自然保護センター, 石川県.
- 井上剛彦. 1986. イヌワシに見られた代理行動の一事例. *Aquila chrysaetos* (4) : 20-21.
- 樋口行雄・武田宗也. 1983. 日本イヌワシの分布と生息地の現状に関する調査報告. 昭和57年度環境庁委託調査 特殊鳥類調査, pp. 77-91. 環境庁, 東京.
- 池田善英. 1986. 白山山系におけるイヌワシの抱卵・抱雛行動の妨害例. *Strix* 5 : 112-115.
- 真崎健. 1985. 鈴鹿山脈における積雪のイヌワシの繁殖におよぼす影響について. *Aquila chrysaetos* (3) : 14-15.
- 日本イヌワシ研究会. 1986. 全国イヌワシ生息数・繁殖成功率調査報告 (1981-1985). *Aquila chrysaetos* (4) : 8-14.
- 重田芳夫. 1974. 東中国山地のイヌワシ. 東中国山地自然環境調査報告, pp. 106-140. 氷ノ山・後山・那岐山国定公園三県協議会, 神戸.
- 立花繁信. 1984. 翁倉山イヌワシ. 宮城県文化財保護協会, 仙台.
- 東京電力. 1987. 山梨東線の建設について. 東京電力, 東京.
- 山田律雄. 1986. イヌワシの巣の人為的補修法について. *Aquila chrysaetos* (4) : 17-19.

Effect of the construction of power line on Golden Eagles
— Mechanisms of home range abandonment —

Masatoshi Shibata^{1,2}, Masami Ito², Susumu Aoki², Yasushi Sakamoto²,
Shinichi Nagao² and Kyoko Fujita²

The effect of a large scale construction of power line on a pair of Golden Eagles was studied in Tsuru-shi, Yamanashi Prefecture. Primary factors of breeding discontinuance by the eagles in 1988 were the power line construction, and deforestation near the breeding site. In 1989 the factor was the electric power line construction. The work with helicopters made the eagles avoid the helicopter flight area. After the breeding discontinuance in the second year, the pair of Golden Eagles gave up its home range. The existence of power line and towers in the territory seems to be the cause for this. Although some conservation measures for the Eagles such as delaying the period and improving the techniques of construction, were conducted, they were not enough. It seems that there was no way but discontinuance of construction or changing route, in order to ensure keeping this pair of eagles. It is necessary in the construction of power lines, to pay more attention to the large-sized raptors and make precise advance investigation before undertaking such construction.

1. Orido 2-11-23, Shimizu-shi, Shizuoka 424

2. Society of research for Golden Eagles. Yukiata 482-57, Yasu, Shiga 520-23