参考資料

ガン類の飛行経路および坂井平野における採食地調査

財団法人　日本野鳥の会

調査方法

１）ガン類の飛行経路

石川県加賀市にあるラムサール条約湿地片野鴨池には、約 3,000 羽のマガン、300 から 500 羽のヒシクイが飛来し、ねぐらとする。越冬期間中のマガンは、加賀市大聖寺川流域の水田と福井県坂井市周辺の水田地帯を主な採食地とし、早朝に鴨池を飛び立ち、日没時刻前後に戻ってくる。ヒシクイは主に日没時刻前後に鴨池を飛び立ち、福井県九頭竜川流域で採食するが、早朝に鴨池を飛び立ち、坂井市周辺の水田、麦畑などで採食することも多い。この鴨池と採食場所の移動の際に、風力発電施設建設予定地周辺を通過することから、ガン類の飛行経路に関する調査を行った。

ガン類の飛行経路に関する調査は、平成 17 年度 3 月 7 日から 23 日にかけて 22 回（朝 5 回夕方 17 回）、平成 18 年度 11 月 5 日から 3 月 8 日にかけて 19 回（朝 14 回夕方 5 回）実施した。のべ調査時間は約 40.5 時間、調査員はのべ 73 人であった。

調査の際には、建設予定地周辺と鴨池観察館内に調査定点を設け、調査員を配置して相互に連絡を取りながら実施した。建設予定地周辺の調査定点（以下地点）は周囲が開けており視界のよい 2 箇所（地点 2、3）を設定し、北潟湖畔に 1 箇所（地点 1）を設けた（図 1）。地点 2 からは建設予定地全体の上空から北潟湖上空、さらに湖対岸にかけての広い範囲内を飛行する群を観察することができる。地点 3 からは、地点周辺と南西側の建設予定地、北潟湖上空を見渡すことができる。地点 1 からは北潟湖上空を通過する群を観察することができるが、背後は丘になっているため、建設予定地方向の視界は限られている。鴨池観察館内の定点は、鴨池からの飛び立ち、およびねぐら入りの状況を観察し、調査終了を判断する際に利用した。それぞれの調査日の調査開始時刻、終了時刻、調査時間、天候、風向、風力、調査員氏名とそれぞれが担当した調査地点名を表 1 に示した。

調査の際には、8 倍の双眼鏡、20 倍から 60 倍の望遠鏡を用いて飛行しているガン類を探索し、発見された場合には地図上に種名、飛行経路、群の個体数と時刻を記録した。個体数の計数の際には、カウンターを用いて計数したが、大きな群（たとえば 500 羽以上）が飛来した際には、10 羽ごとに計数し、概数を記録した。

調査員は、財団法人日本野鳥の会職員および日本野鳥の会石川支部会員、鴨池観察館友の会会員であり、日常的にマガン、ヒシクイをはじめとするガンカモ類の観察を行ってい

ることから、種の識別を誤ることはない。

調査結果の取りまとめに当たっては、建設予定地周辺を北潟湖上空、北潟湖と建設予定地の間の上空、建設予定地の山側上空、建設予定地の海側上空の 4 つに分け（図 1)、それぞれの区域を通過した群数、個体数を比較した。また、天候、風向、風速と、それぞれの区域を通過したガン類の群数、群の平均個体数を採食に向かう早朝と鴨池に戻る夕方それぞれで比較し、関連性を検討した。天候は調査時に調査員が記録した天候を用いた。風向、風速は、それぞれの群が通過した時刻を含む 10 分間に、福井県三国に設置された気象庁の地域気象観測所（アメダス）で観察されたデータを用いた。2005 年度、2006 年度それぞれの越冬期間において、三国のアメダスで記録された日々の最多風向のデータとガン類の飛行経路の比較を行った。越冬期間は、11 月 1 日から 3 月 31 日までとした。なお、区域間の比較の際には平成 17 年度、18 年度の結果を合わせたほか、ヒシクイの観察例が 1 例のみであったことから、マガンとヒシクイをまとめた。

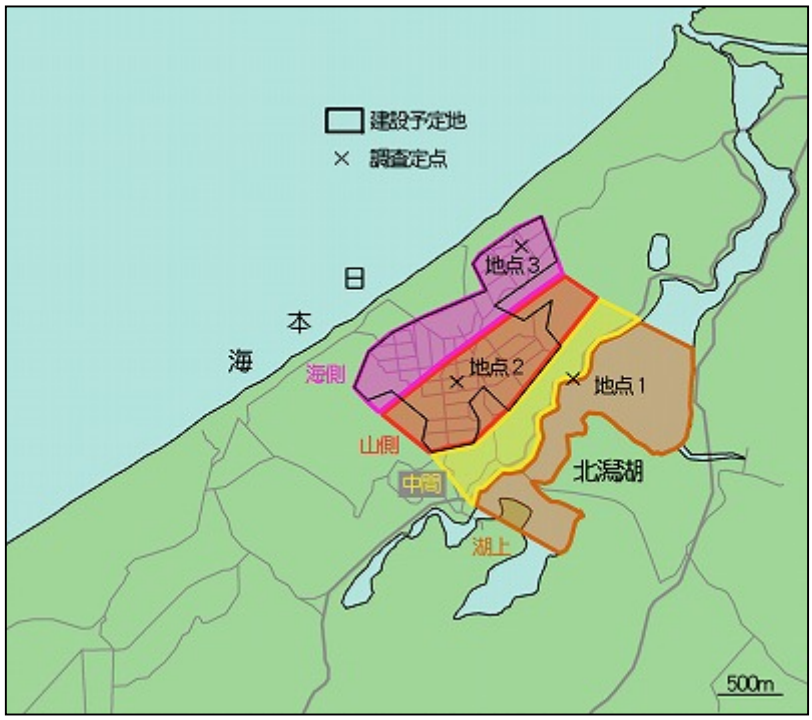


図 1. 調査地
建設予定地を□、調査定点を×で示した。また、北潟湖上空から建設予定地までの範囲を 4 つにわけ、飛行した群数、群の平均個体数を比較した。図右下から左上に向かって、湖上（茶）は北潟湖上空、中間（黄）は建設予定地と北潟湖の間の上空、山側（赤）は建設予定地上空のうち東側、海側（紫）は建設予定地上空のうち西側を表す。

２）マガンの採食地調査

マガン採食地の調査は福井県坂井平野周辺の水田地帯で行い、平成 17 年度 11 月 3 日から 3 月 13 日にかけて計 51 回、平成 18 年度 11 月 12 日から 2 月 11 日にかけて計 32 回実施した。調査員はのべ 108 人であった。調査を行った日と調査員氏名を表 2 に示した。

調査の際には、自動車で水田地帯を走り、採食しているガン類の群を探索した。ガン類が発見された場合には、時刻、種名、群の個体数、採食地点のメッシュコード、行動、採食場所の環境を記録した。行動の観察、個体数の計数には 7 倍から 8 倍の双眼鏡、20 倍から 60 倍の望遠鏡を用いた。

採食地調査の調査員は日本野鳥の会福井県支部の会員であり、以前より福井県自然保護センターなどと共同で、坂井平野におけるガン類の採食地、採食行動についての調査を実施していることから、種名や行動、採食場所の環境を誤って記録することはない。

年度ごとの積雪量のデータは、気象庁福井地方気象台が公表している月ごとの積雪量の合計値を用いた。

採食場所の図示の際には、年度ごとにそれぞれのメッシュにおいて記録されたマガンののべ個体数を求め、1 羽から 1000 羽（緑）、100 1 羽から 5000 羽（黄）、5001 羽から 10,000 羽（赤）の 3 段階に分けて示した。

３）風車の障壁効果に関する文献調査

風力発電施設が鳥類に与える影響について述べられた海外の文献を元に、直接衝突するのとは異なる影響について若干の検討を行った。

結果

１）ガン類の飛行経路

１．ガン類の飛行経路

記録されたガン類の全飛行経路を図 2 に示し、建設予定地上空を通過した際の飛行経路を図 3 に示した。また、調査日、調査時間帯ごとの飛行経路を付録 1 に、それぞれの群の個体数、通過時刻などを付録 2 に示した。ただし、付録 1 ではマガンが大聖寺川流域で採食した日など、調査定点でガン類が記録されなかった調査日については示さなかった。

北潟湖上空を通過したマガンは平成 17 年度（2006 年 3 月に 22 回）、平成 18 年度（2006 年 11 月～2007 年 3 月に 19 回）の調査中、53 群を確認し、総通過群数の 77.9%を占めた。一方、湖と建設予定地の間、山側の建設予定地、海側の建設予定地はそれぞれ 9 群(13.2%)、5 群（7.4%）、1 群（1.5%）であった（図 4 左）。

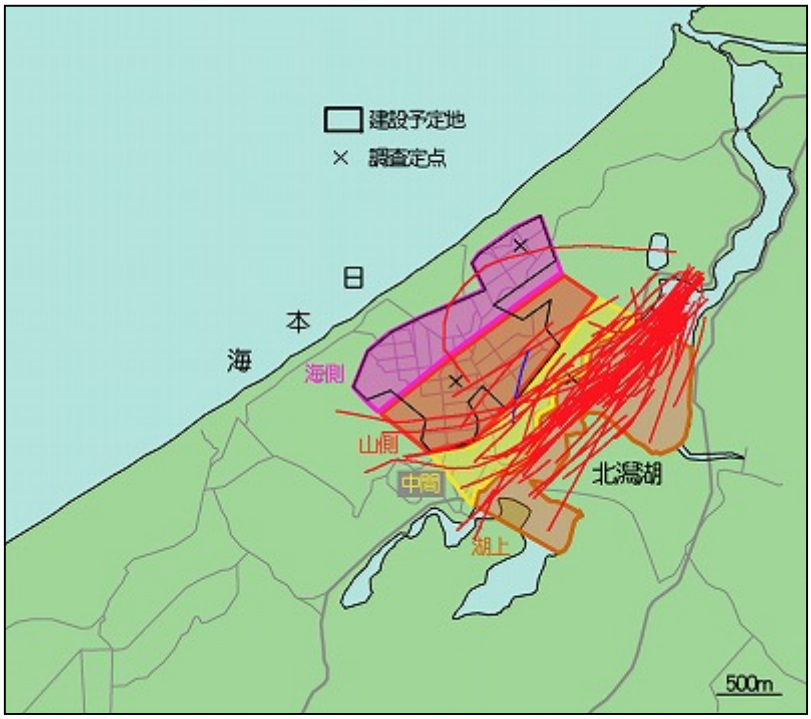


図 2. 記録されたガン類の飛行経路
マガンの群の飛行経路を赤、ヒシクイの経路を青で示した。北潟湖上空を通過する群が多かった。飛行方向は付録 1 を、群の羽数など詳細は付録 2 を参照。

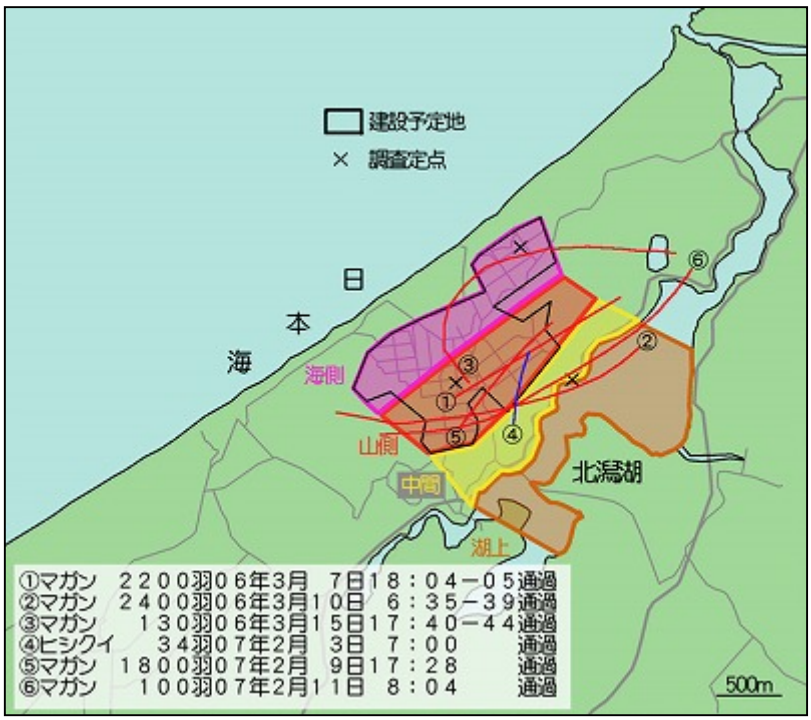


図 3. 建設予定地上空を通過した際のガン類の飛行経路
マガンの群の飛行経路を赤、ヒシクイの経路を青で示し、それぞれの群の個体数、調査日、通過時刻を示した。ガン類は建設予定地上空の海側を 1 回、山側を 5 回通過した。

建設予定地上空を通過した群れの平均個体数は、湖上から海側の建設予定地の順に 434.0 羽、436.7 羽、1306.8 羽、130 羽であった（図 4 右）。

すなわち、あわら市北部を通過したガン類の飛行経路は、頻度で見ると多くが建設予定地ではない北潟湖上空を通過していたが、通過した群の平均個体数で見ると、建設予定地上空を通過した場合が最も大きくなっていた。

ヘトカー他によれば（文献１の①）、ヨーロッパにおいてはヒシクイ、マガンを含むガン類の衝突死の事例が見つかっており、風力発電施設設置場所をガン類が通過すれば、衝突死が生じる危険性がある。頻度は低くても、群の個体数が大きければ、ひとたび通過した際に大きな影響が出る可能性があると考えられる。

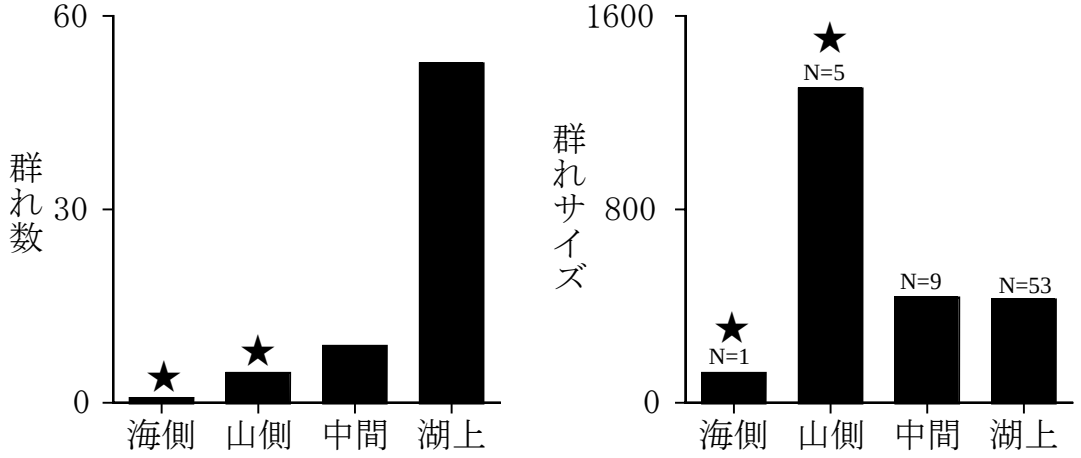


図 4. 建設予定地周辺を４区域に分けた場合に、それぞれの区域を通過したマガン群れ数（左）と群れサイズ（右）
湖上は北潟湖上空、中間は建設予定地と北潟湖の間の上空、山側は建設予定地の東側上空、海側は西側上空を表す。建設予定地は図中の山側、海側にあたり、★で示した。

２．気象条件とガン類の飛行経路

４つの調査区域を通過したガン類の群の平均個体数、群数と、それぞれの群が記録された時刻の天候、風向、風速、調査日のうちそれぞれの気象条件が出現した日数を表 3 から表 5 に示した。

早朝の調査時には、ガン類が建設予定地上空を通過した際の天候は雨または雪であり、通過した時刻の風速は秒速２ｍ、風向は東南東、南、北西であった。夕方の調査時には、晴れや曇りの日に通過しており、風速は秒速１ｍから２ｍ、風向は東南東から南南東であった。

ガン類は天候が雨や雪の場合に最も多く建設予定地上空を通過しており、記録された群

数、最大個体数とも雨、雪の日に多かった。霧や雨により視界が悪いときには衝突事故が増えることを示す調査結果があり（エリクソンら 2001）、また、強風、雨、霧、暗い夜など視界が悪いときに衝突の危険性が高まる（ラングストンら 2003）。秋から冬に降雨や巧拙の多い建設予定地周辺においては、他の地域よりも衝突の危険が高い可能性がある。

また、ガン類が建設予定地上空を通過した 6 回のうち、風向が東南東の時が 2 回、南南東の時が 2 回、南の時が 1 回あった。調査を行った 2005 年度、2006 年度の 11 月から 3 月にかけて三国のアメダスで記録された日々の最多風向のうち、東南東から南南東の風の割合は全体の 47.02%を占めた（2005 年度、2006 年度とも。図 5）。建設予定地周辺では、ガン類が建設予定地上空を通過した時と同じ風向の風の割合が高いことから、ガン類の飛行経路選択に風向が影響しているとすれば、衝突の危険性があると考えられる。

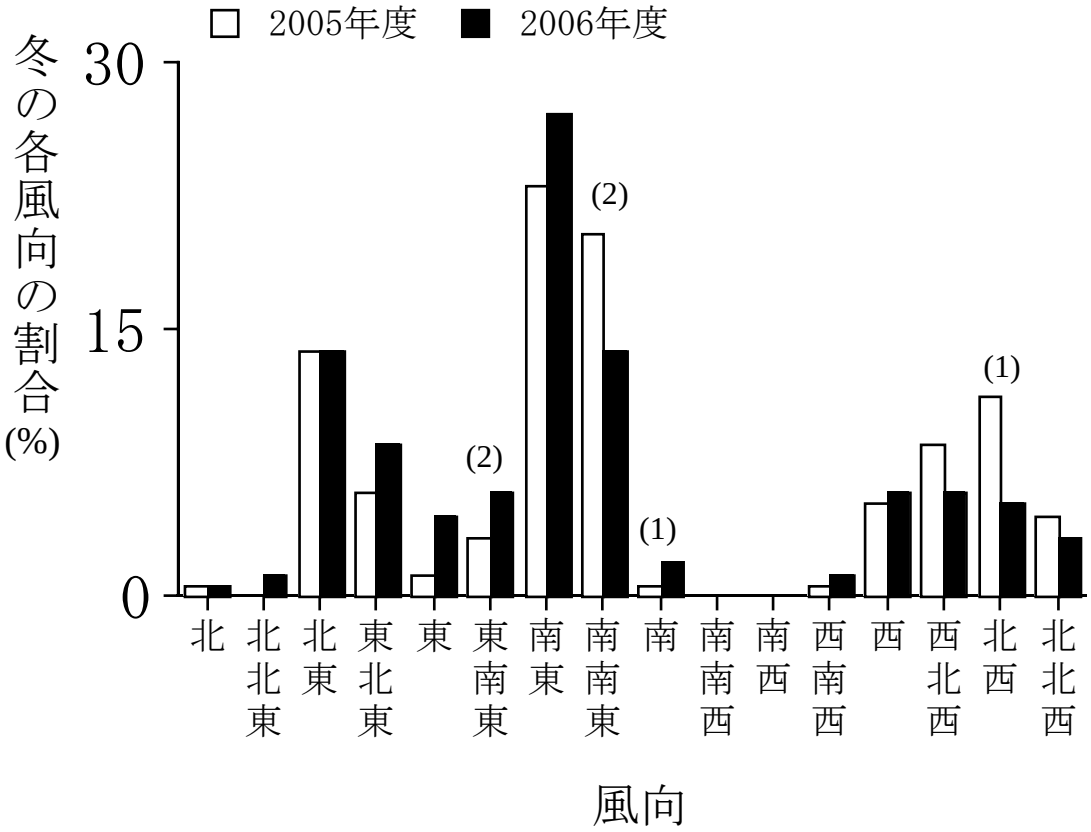


図 5. 越冬期において、それぞれの風向が最多風向となった日の割合。
ガン類が建設予定地上空を通過した東南東から南南東の風が、その日の最多風向となる日が多かった。ガン類が建設予定地上空を通過した日の風向のグラフ上部に、通過した回数を示した。最多風向データは福井県三国のアメダスの観測値による。

２）ガン類の採食地調査

それぞれの調査日に記録されたマガンの採食地、個体数を付録 3 に示した。10 月から 3 月にかけてのガン類の越冬期における合計降雪量は、平成 17 年度は 324cm、平成 18 年度は 51cm であり、平成 17 年度の方が降雪量が多かった。

積雪の多かった年（平成 17 年度、右）と比較して、積雪の少なかった年（平成 18 年度、左）は、採食地はより西側に分布していた（図 6)。また、建設地上空を通過する群は、積雪の多い平成 17 年度においては 4 回､積雪の少なかった平成 18 年度には 1 回観察された。このことから、積雪の多い年にはより高い頻度で建設予定地上空を通過する可能性がある。

さらに、基盤整備中であったため坂井市川崎周辺の水田では採食群が見られなかったが、工事終了後に採餌が再開された場合、より高い頻度で建設予定地上空を通過する可能性がある。

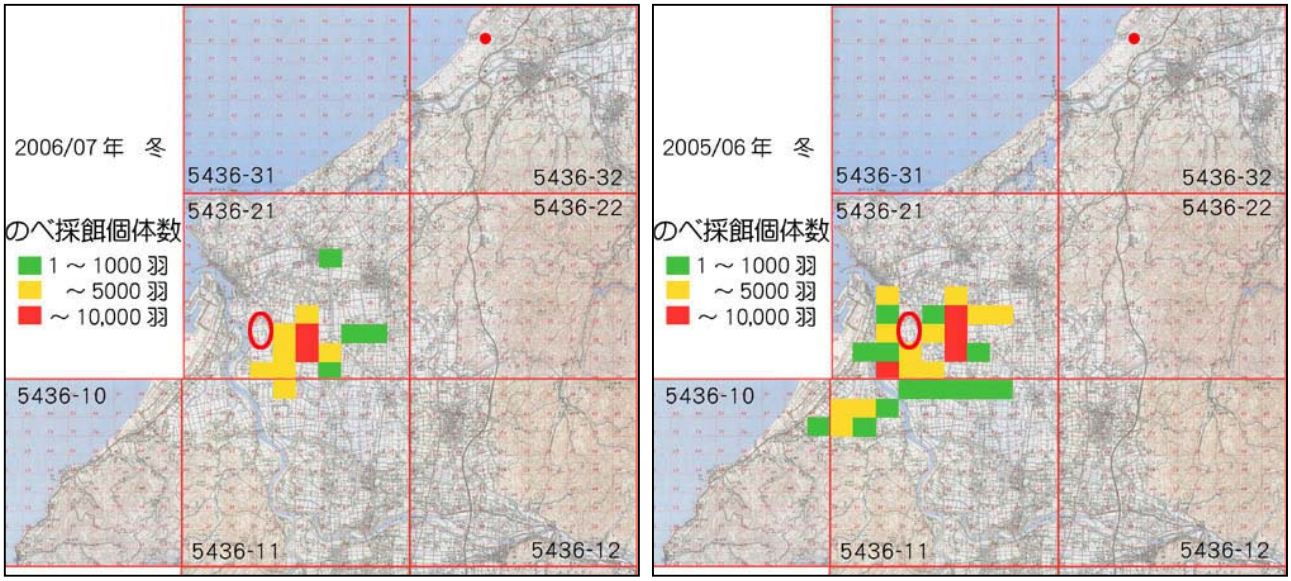


図 6. 坂井平野のマガンの採食地の分布（右：平成 17 年度、左：平成 18 年度）
マガンの採食が観察された区域を延べ個体数で示した。片野鴨池の位置は●、坂井市川崎周辺は○で表した。
積雪の少なかった年（平成 18 年度、左）と比較して、積雪の多かった年（平成 17 年度、右）では、採食地はより西側に分布していた。

結果３．風車群の「障壁効果」による影響の検討

ヨーロッパでは、ガン類が移動時に風力発電を避けるために飛行経路を変更させる「障壁効果」の事例も報告されている。この場合、衝突死は生じないが、片野鴨池で越冬しているガン類に長期的に与える影響を考慮する必要がある。

風力発電が鳥類に与える影響について総合的に考察したドレウィット他によれば（文献

2)、障壁効果について、「発電所を避けるために、渡り鳥が渡り経路を、留鳥が飛行経路を変えざるを得ないことも一種の生息地放棄である。これは重要な問題である。立ち並ぶ風車を迂回するために、飛行に費やすエネルギーが増加する可能性だけでなく、採食場所、ねぐら、換羽場所、繁殖場所のつながりが発電所によって、とぎれる可能性もあるからである。種、行動様式、飛行高度、風車からの距離、風車の配置、風車の稼動状況、時間、風の強さや向きなどの要因によって、飛行方向、高度、速度のわずかな「手直し」から大きな迂回まで、影響の出方は大幅に変わる。迂回する距離が大きいと、発電所の反対側の地域を利用する鳥の数が減るかも知れない。」としている。採食地との往復に支障が出た場合に、片野鴨池におけるガン類の越冬数の減少を招く恐れも考えられ、そうなればラムサール条約湿地である片野鴨池の生物学的な機能を間接的に低下させることとなり、これはラムサール条約湿地の管理上も由々しき事態であると考えられる。

表 1．ガン類の飛行経路調査実施日の調査時間、気象状況、調査者と調査地点

調査日	開始	終了	調査時間（分）	天候	風向	風力	調査者（調査地点）			
2005年度　早朝										
3月9日	0600	0700	60	小雨	南東		中川直之（２）			
3月12日	0610	0730	80	曇			中川直之（２）			
3月13日	0618	0637	19	雪			田尻浩伸（２）			
3月15日	0455	0620	85	曇			田島一仁（１）	中川直之（２）	田尻浩伸（３）	
3月17日	0551	0710	89	晴	―	無	中川直之（１）	田尻浩伸（２）		
2005年度　夕方										
3月6日	1730	1830	60	晴	北西	微	中川直之（３）			
3月7日	1730	1830	60		東		中川直之（２）			
3月8日	1730	1830	60	曇	北東		中川直之（２）			
3月9日	1730	1830	60	曇	南東		中川直之（２）			
3月10日	1730	1830	60	曇			田尻浩伸（３）	森口善昭（３）	田中義二（３）	近藤希久代（３）
3月11日	1745	1840	55	霙			田尻浩伸（３）	森口善昭（３）		
3月12日	1735	1845	70	雪	東		田尻浩伸（１）	田中義二（１）	西志鷹（１）	中川直之（２）
3月13日	1735	1850	75	曇	―	無	中川直之（１）	田尻浩伸（２）		
3月14日	1710	1810	60	晴	北東		田尻浩伸（１）	田中義二（１）	中川直之（２）	近藤希久代（鴨池）
3月15日	1722	1840	78	曇	南南西		田島一仁（１）	中川直之（２）	田尻浩伸（３）	近藤希久代（鴨池）
3月16日	1738	1848	70	曇	―	無	中川直之（１）	田尻浩伸（２）		近藤希久代（鴨池）
3月17日	1739	1832	53	雨	東		田中義二（１）	中野夕紀子（１）	田尻浩伸（２）	近藤希久代（鴨池）
3月18日	1723	1845	82	曇	北西	微	田尻浩伸（１）	森口善昭（１）	中川直之（２）	近藤希久代（鴨池）
3月19日	1732	1848	76	晴	―	無	中川直之（１）			
3月20日	1733	1845	72	曇	東	強	中川直之（１）	田尻浩伸（２）	森口善昭（２）	近藤希久代（２）
3月21日	1730	1840	70	雨	―	無	中川直之（２）			
3月22日	1740	1842	62	晴	西	強	田中義二（１）	田尻浩伸（２）		
2006年度　朝										
11月4日	0600	0739	99	晴れ	無し	無し	中川直之（２）			
11月25日	0549	0737	108	曇時々雨			中川直之（２）			
12月5日	0711	0730	19	曇	無し		中川直之（２）			
12月7日	0712	0748	36	曇	北東	強	中川直之（２）			
12月9日	0640	0725	45	雨	北東北		中川直之（２）			
12月23日	0640	0755	75	曇	北東		中川直之（２）			
12月30日	0645	0705	20	曇	東		中川直之（２）			
1月1日	0647	0735	48	曇	南南西		中川直之（２）			
1月2日	0641	0725	44	曇のち雨	南南東	微	中川直之（２）			
1月6日	0649	0742	53	雪時々曇	西北西	強	中川直之（２）			
1月30日	0657	0742	45	曇	南西後西		中川直之（２）			
2月10日	0635	0812	97	曇一時雨	東		中川直之（２）			
2月24日	0620	0738	78	晴れ	東		中川直之（２）			
3月7日	0645	0713	28	曇のち雪	南南西		中川直之（２）			

表 2. マガンの採食地調査の実施日と調査者一覧

2005年度				2006年度			
調査月日	担　　当	調査月日	担　　当	調査月日	担　　当	調査月日	担　　当
11/3	柳町邦光	1/15	柳町邦光	11/12	鈴川文夫	12/31	柳町邦光
11/27	柳町邦光	1/16	鈴川文夫	11/23	柳町邦光	1/1	鈴川文夫
12/16	鈴川文夫	1/17	柳町邦光	11/24	柳町邦光	1/2	柳町邦光
12/17	鈴川文夫		鈴川文夫	11/26	柳町邦光		鈴川文夫
12/18	柳町邦光	1/18	鈴川文夫		鈴川文夫	1/4	柳町邦光
12/19	鈴川文夫	1/22	柳町邦光	11/29	柳町邦光	1/5	鈴川文夫
12/20	鈴川文夫	1/23	鈴川文夫	11/30	柳町邦光	1/7	鈴川文夫
12/21	鈴川文夫	1/24	鈴川文夫	12/2	柳町邦光		組頭五十夫
12/23	鈴川文夫	1/26	鈴川文夫		鈴川文夫	1/8	瀬戸靖夫
12/24	鈴川文夫	1/27	柳町邦光	12/4	鈴川文夫		横山大八
12/25	柳町邦光		鈴川文夫	12/7	柳町邦光		鈴川文夫
	鈴川文夫	1/28	柳町邦光	12/9	鈴川文夫		河野文明
12/26	鈴川文夫		鈴川文夫	12/10	柳町邦光		門前孝也
12/27	鈴川文夫	1/29	鈴川文夫		鈴川文夫		柳町邦光
12/28	鈴川文夫	1/30	鈴川文夫	12/13	柳町邦光	1/9	鈴川文夫
12/29	柳町邦光	1/31	鈴川文夫		鈴川文夫	1/10	柳町邦光
	鈴川文夫	2/1	鈴川文夫	12/17	柳町邦光	1/12	柳町邦光
12/30	柳町邦光	2/11	柳町邦光	12/20	組頭五十夫	1/28	柳町邦光
	鈴川文夫	2/12	柳町邦光	12/24	柳町邦光	2/2	柳町邦光
12/31	柳町邦光		鈴川文夫		鈴川文夫	2/11	柳町邦光
	鈴川文夫	2/13	柳町邦光	12/27	柳町邦光		
1/2	柳町邦光	2/18	柳町邦光	12/28	鈴川文夫		
1/3	柳町邦光		鈴川文夫	12/29	柳町邦光		
1/4	鈴川文夫	2/19	柳町邦光		鈴川文夫		
1/5	鈴川文夫		鈴川文夫	12/30	鈴川文夫		
1/6	鈴川文夫	2/21	柳町邦光				
1/7	柳町邦光		鈴川文夫				
1/8	柳町邦光	2/22	柳町邦光				
1/14	柳町邦光	2/23	柳町邦光				
			鈴川文夫				
		2/28	鈴川文夫				
		3/7	鈴川文夫				
		3/8	鈴川文夫				
		3/13	柳町邦光				

表 3. それぞれの天候時のガン類の通過区域と群の平均個体数、群の最大個体数、群数

早朝

天候	北潟湖上空			建設予定地と湖の間の上空			建設予定地の東側上空			建設予定地の西側上空			出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数		
晴れ	113.93	1200	15										15	3
曇り	1001	2200	8										8	5
雨または雪	125.2	350	5	456	1150	5	844.67	2400	3				13	5

夕方

天候	北潟湖上空			建設予定地と湖の間の上空			建設予定地の東側上空			建設予定地の西側上空			出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数		
晴れ	241.14	1500	7	65	100	2	2200	2200	1	130	130	1	11	3
曇り	569.43	2400	14	760	820	2	1800	1800	1				17	11
雨または雪	266.67	500	3										3	2

早朝および夕方の合計

天候	北潟湖上空			建設予定地と湖の間の上空			建設予定地の東側上空			建設予定地の西側上空			出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数	群の平均個体数	最大群個体数	群数		
晴れ	154.4	1500	22	65	100	2	2200	2200	1	130	130	1	26	6
曇り	726.36	2400	22	760	820	2	1800	1800	1				25	16
雨または雪	178.25	500	8	456	1150	5	844.67	2400	3				16	7

表 4. それぞれの風向時のガン類の通過区域と群の平均個体数、群数

早朝

風向	北潟湖上空		建設予定地と湖の間の上空		建設予定地の東側上空		建設予定地の西側上空		出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数		
北										
北北東										
北東										
東北東	584.8	5							5	2
東	1025	2							2	1
東南東	796.33	3			34	1			4	3
南東	27.25	12							12	3
南南東	8	1							1	1
南					2400	1			1	1
南南西	50	1	800	2					3	1
南西										
西南西										
西	2050	1							1	1
西北西										
北西	97.5	2	226.67	3	100	1			6	1
北北西	350	1							1	1

夕方

風向	北潟湖上空		建設予定地と湖の間の上空		建設予定地の東側上空		建設予定地の西側上空		出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数		
北										
北北東										
北東	1190.4	5							5	4
東北東	1000	1							1	1
東										
東南東	500	1			1800	1			2	2
南東	523.33	3	760	2					5	3
南南東	266.33	6	65	2	2200	1	130	1	10	2
南	150	2							2	1
南南西										
南西										
西南西	100	1							1	1
西	90	1							1	1
西北西	500	1							1	1
北西	310	2							2	2
北北西	215	2							2	1

表 5. 各風速でのガン類の通過区域と群の平均個体数、群数

早朝

風速（m/s）	北潟湖上空		建設予定地と湖の間の上空		建設予定地の東側上空		建設予定地の西側上空		出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数		
1	350	1							1	1
2	423.54	11	800	2	844.67	3			16	8
3	183.4	10							10	3
4	43	2	290	2					4	2
5	2050	1							1	1
6	454.67	3	100	1					4	2

夕方

風速（m/s）	北潟湖上空		建設予定地と湖の間の上空		建設予定地の東側上空		建設予定地の西側上空		出現頻度	出現日数
	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数	群の平均個体数	群数		
1	1250	2			1800	1			3	3
2	494	12	316.67	3	2200	1	130	1	17	7
3	498	5							5	5
4	290.33	6	700	1					7	4

引用文献

文献１

Hoetker, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

① 衝突

ドイツではガン、ハクチョウ類に関して、1989～2004 年に以下の衝突事例が見つかっている。

ヒシクイ 1

マガン 1

マガンまたはヒシクイ 1

ハイイロガン 1

カオジロガン 6

オオハクチョウ 1

コブハクチョウ 8

② 障壁効果

障壁効果についてはガン類の総計で、影響があるとする研究事例が 7、ないとする事例は 0 で、障壁効果があることが統計的に有意と認められる。

ヒシクイ 1

マガン 3

ハイイロガン 2

カオジロガン 1

文献２

Drewitt,L. & R. H. W. Langston. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29-42

（邦訳　野鳥保護資料集第 21 集「野鳥と風車」9～24 ページ）

発電所を避けるために、渡り鳥が渡り経路を、留鳥が飛行経路を変えざるを得ないことも一種の生息地放棄である。これは重要な問題である。立ち並ぶ風車を迂回するために、飛行に費やすエネルギーが増加する可能性だけでなく、採食場所、ねぐら、換羽場所、繁殖場所のつながりが発電所によって、とぎれる可能性もあるからである。種、行動様式、飛行高度、風車からの距離、風車の配置、風車の稼動状況、時間、風の強さや向きなどの

要因によって、飛行方向、高度、速度のわずかな「手直し」から大きな迂回まで、影響の出方は大幅に変わる。迂回する距離が大きいと、発電所の反対側の地域を利用する鳥の数が減るかも知れない。(14 ページ)

障壁効果が個体群に重大な影響を与えることを示唆する調査報告はないが、間接的に個体群にまで影響が及ぶ可能性が考えられる状況がある。例えば、営巣場所と採食場所の往復に利用している飛行経路を発電所が事実上、遮断した場合や、複数の発電所が相乗的に作用して、大きな障壁を作り出し、迂回路が数十 km になり、エネルギー消費の増加を招く場合などがそれに該当する。(15 ページ)

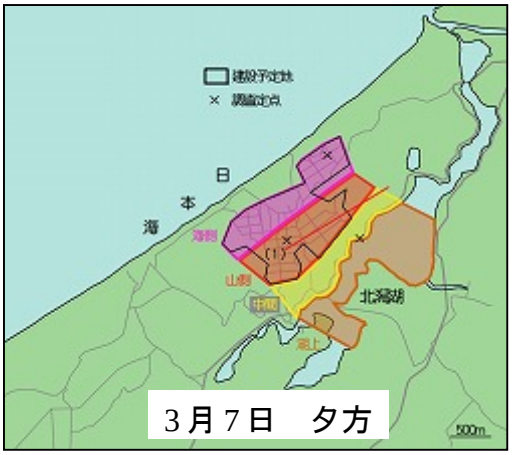
Erickson, W.P., Johnson, G.D., Strickland, M.D., Young, D.P., Jr Sernja, K.J. & Good, R.E. 2001. Avian collision with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other source of avian collision mortality in the United States. Western Ecosystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document. http://ww.nationalwind.org/publications/avian.htm (邦訳　野鳥保護資料集第 21 集「野鳥と風車」11 ページ)

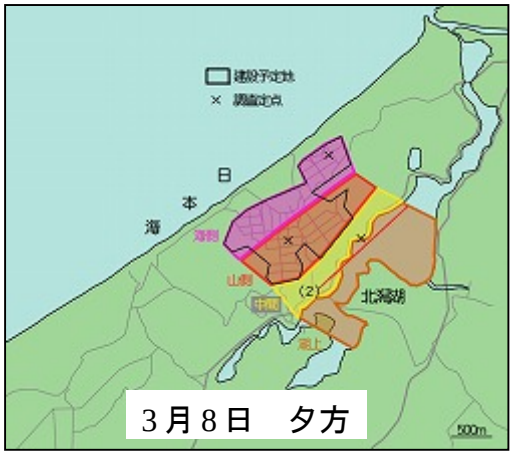
R.H.W. Langston. & J.D. Pullan. 2003. Windfarm and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environment assessment criteria and site selection. T-PVS/Inf(2003) 12. (邦訳　野鳥保護資料集第 21 集「野鳥と風車」27 ページ)

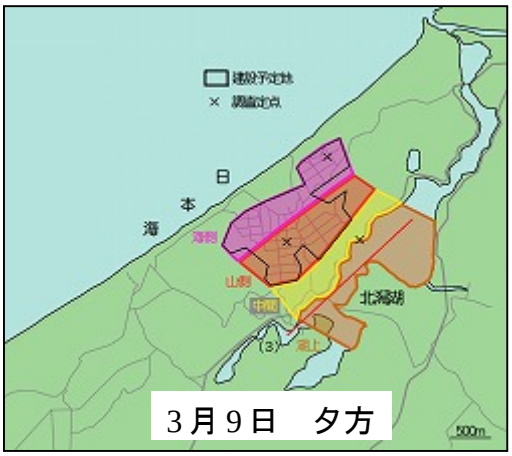
付録 1．調査日ごとのガン類の飛行経路

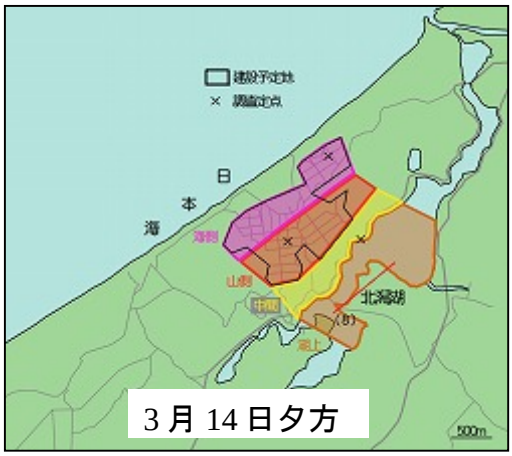
マガンを赤、ヒシクイを青で示した。図中の番号は、付録 2 表の群番号に相当する。

【2005 年度】





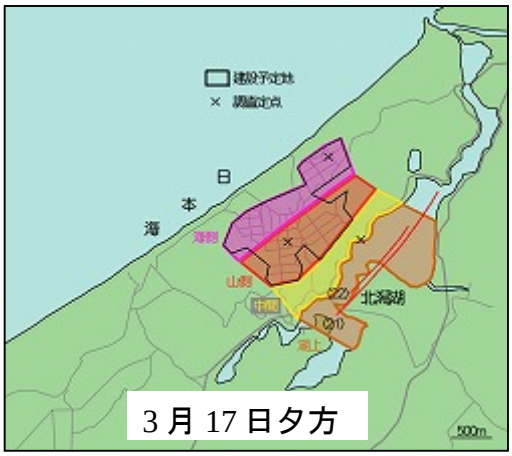




3 月 14 日夕方

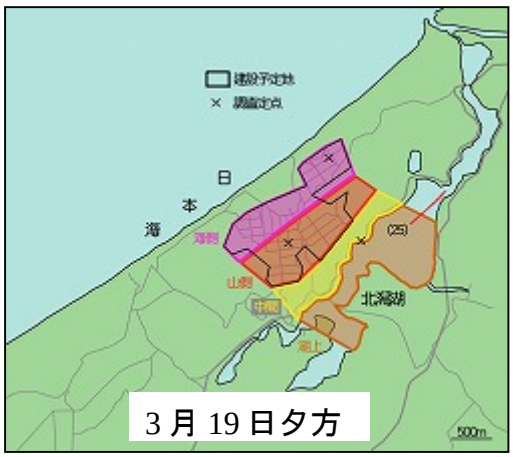
3 月 15 日夕方

3 月 16 日夕方

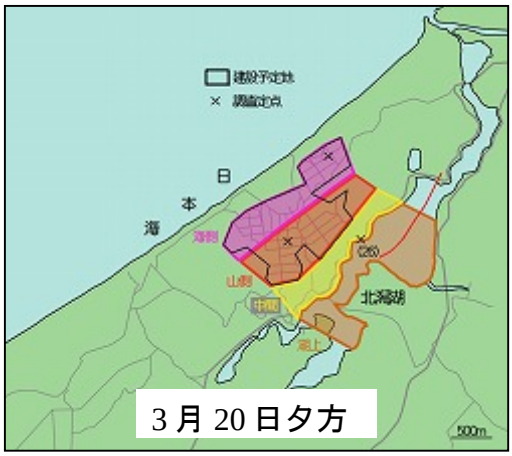


3 月 17 日夕方

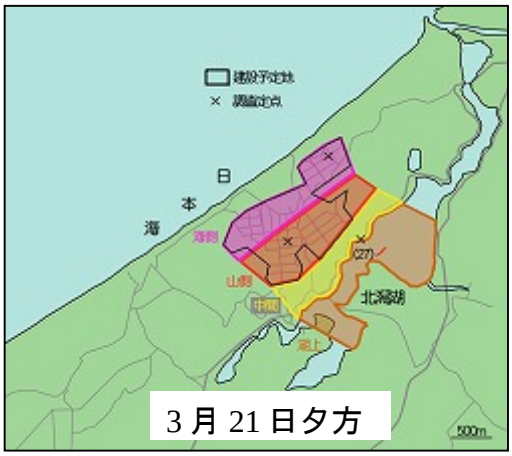
3 月 18 日夕方



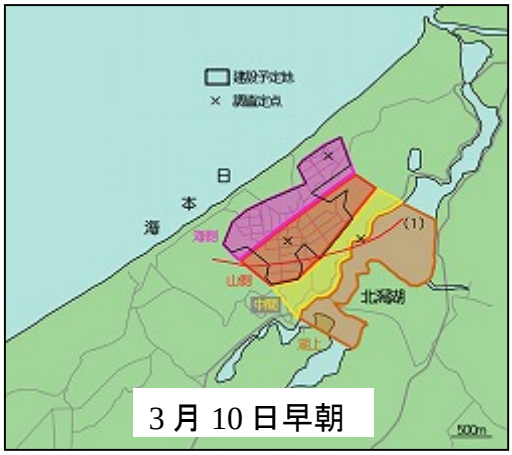
3 月 19 日夕方



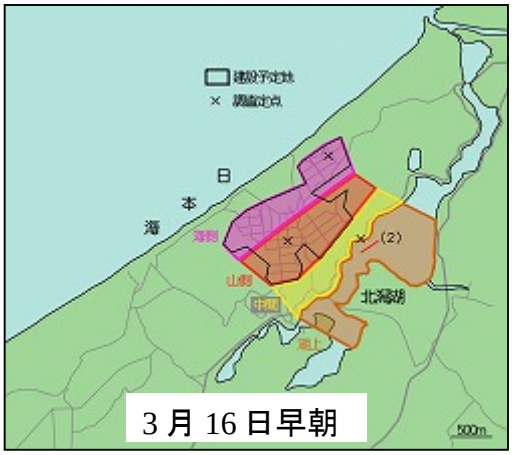
3 月 20 日夕方



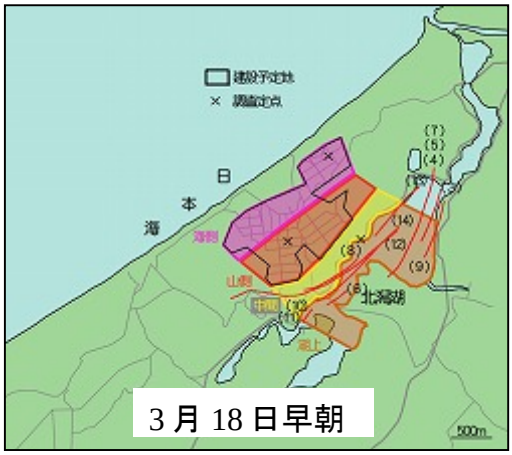
3 月 21 日夕方



3 月 10 日早朝

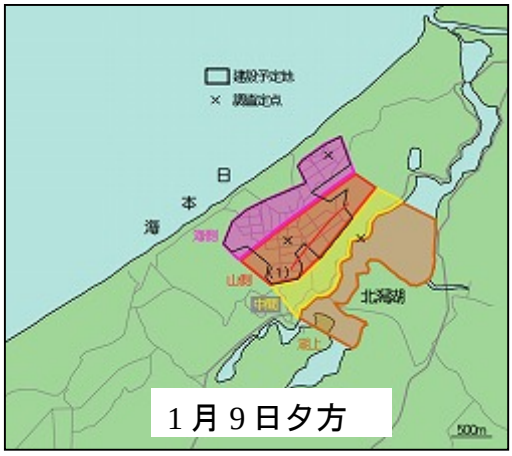


3 月 16 日早朝



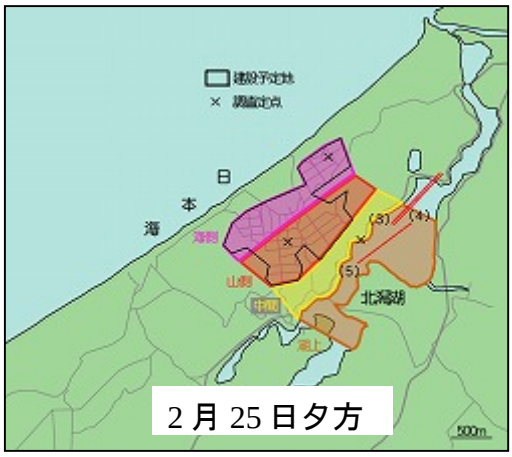
3 月 18 日早朝

【2006 年度】

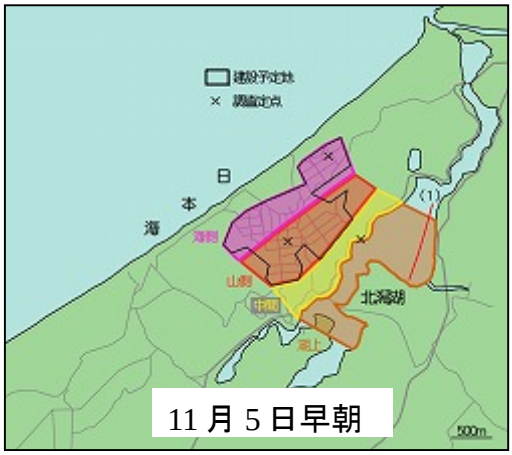


1 月 9 日夕方

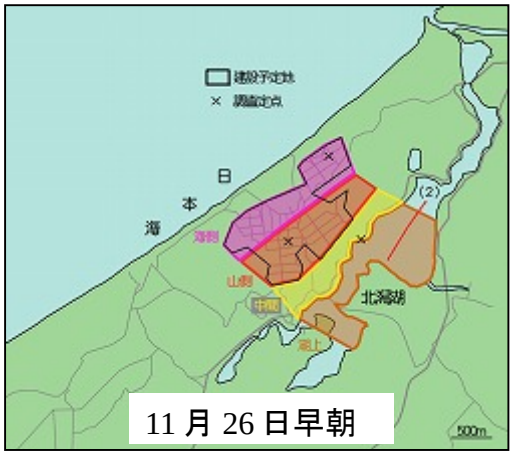
2 月 24 日夕方



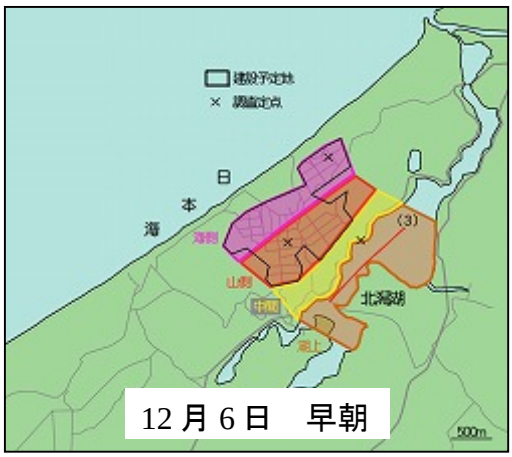
2 月 25 日夕方



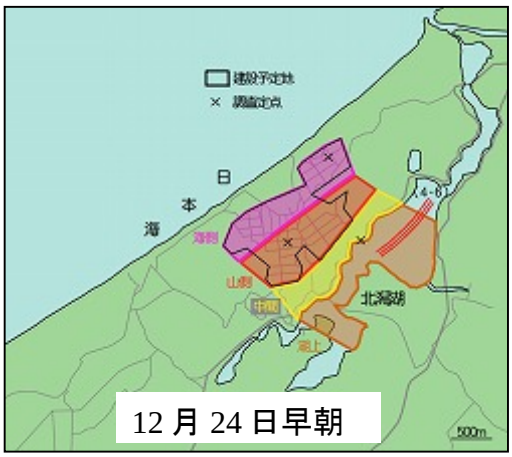
11 月 5 日早朝



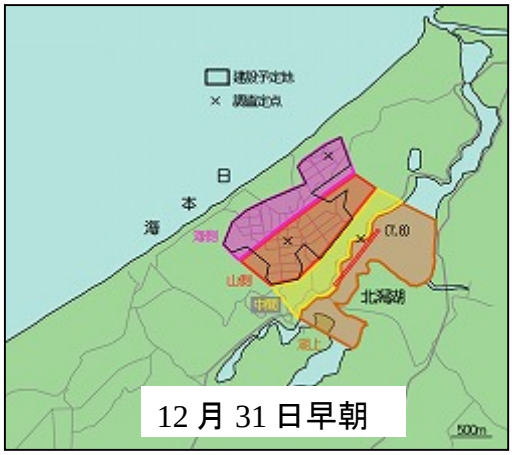
11 月 26 日早朝



12 月 6 日　早朝

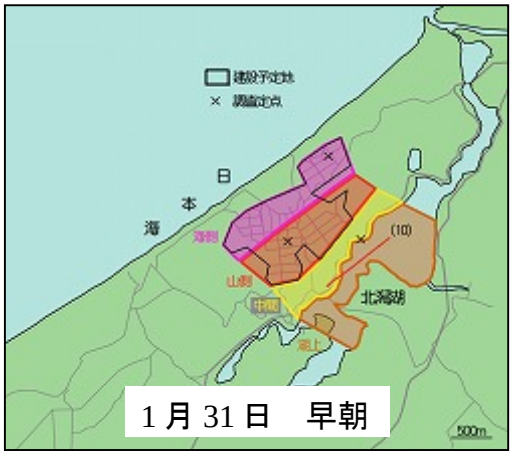


12 月 24 日早朝

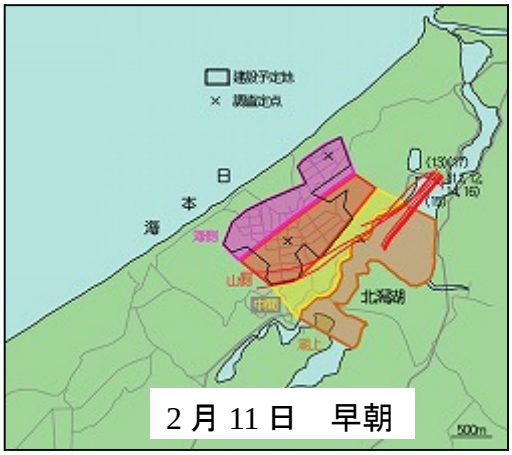


12 月 31 日早朝

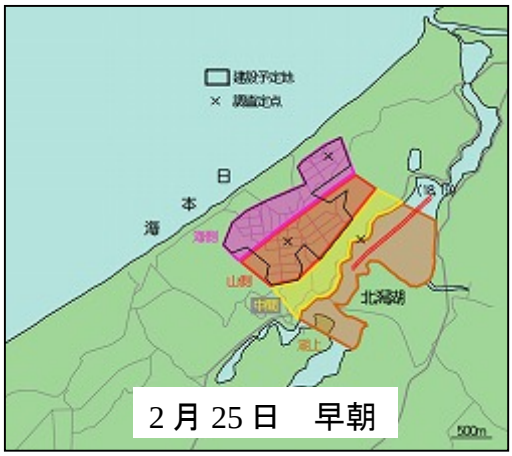
1 月 3 日　早朝



1 月 31 日　早朝



2 月 11 日　早朝



2 月 25 日　早朝

3 月 8 日　早朝

付録 2．確認されたガン類の群の個体数、通過時刻の詳細

調査日	天候	風向	風力	通過時刻	湖上羽数	群番号	予定地と湖の間羽数	群番号	計画地山側羽数	群番号	計画地海側羽数	群番号
2005 年度　早朝												
3 月 10 日	小雨	南東		0635	0		0		2400	（1）	0	
3 月 13 日	曇			----	0		0		0		0	
3 月 14 日	雪			----	0		0		0		0	
3 月 16 日	曇			0614	8	（2）	0		0		0	
3 月 18 日	晴	一	無	0551	100	（3）	0		0		0	
				0557	89	（4）	0		0		0	
				0600	23	（5）	0		0		0	
				0601	9	（6）	0		0		0	
				0609	7	（7）	0		0		0	
				0612	35	（8）	0		0		0	
				0619	4	（9）	0		0		0	
				0620	7	(10)	0		0		0	
				0620	7	(11)	0		0		0	
				0629	41	(12)	0		0		0	
				0639	1	(13)	0		0		0	
				0640	32	(14)	0		0		0	
2005 年度　夕方												
3 月 7 日	晴	北西	微	1804	0		0		2200	（1）	0	
3 月 8 日		東		1757	2200	（2）	0		0		0	
3 月 9 日	曇	北東		1802	2400	（3）	0		0		0	
3 月 10 日	曇	南東		1752	1400	（4）	0		0		0	
				1756	0		820	（5）	0		0	
3 月 11 日	曇			1745	100	（6）	0		0		0	
3 月 12 日	霙			----	0		0		0		0	
3 月 13 日	雪	東		1835	500	（7）	0		0		0	

3月14日	曇	一	無	1847	500	（８）	0		0		0	
3月15日	晴	北東		1740	0		100	（９）	0		0	
				1740	0		0		0		130	(10)
				1742	1500	(11)	0		0		0	
				1743	0		30	(12)	0		0	
				1745	10	(13)	0		0		0	
				1745	70	(14)	0		0		0	
				1749	9	(15)	0		0		0	
				1802	5	(16)	0		0		0	
				1805	4	(17)	0		0		0	
3月16日	曇	南南西		1720	500	(18)	0		0		0	
				1730	70	(19)	0		0		0	
				1730	0		700	(20)	0		0	
3月17日	曇	一	無	1807	400	(21)	0		0		0	
				1807	30	(22)	0		0		0	
3月18日	雨	東		1802	240	(23)	0		0		0	
				1803	60	(24)	0		0		0	
3月19日	曇	北西	微	1737	120	(25)	0		0		0	
3月20日	晴	一	無	1836	90	(26)	0		0		0	
3月21日	曇	東	強	1838	100	(27)	0		0		0	
3月22日	雨	一	無	----	0		0		0		0	
3月23日	晴	西	強	----	0		0		0		0	

2006年度　早朝

11月5日	晴れ	無し	無し	635	130	（１）	0		0		0	
11月26日	曇時々雨			644	31	（２）	0		0		0	
12月6日	曇	無し		724	2200	（３）	0		0		0	
12月8日	曇	北東	強	----	0		0		0		0	
12月10日	雨	北東北		----	0		0		0		0	
12月24日	曇	北東		739	450	（４）	0		0		0	
				740	350	（５）	0		0		0	
				745	900	（６）	0		0		0	

12月31日	曇	東		653	1450	（７）	0		0		0	
				654	600	（８）	0		0		0	
1月2日	曇	南南西		----	0		0		0		0	
1月3日	曇のち雨	南南東	微	700	0		0		34	（９）	0	
1月7日	雪時々曇	西北西	強	----	0		0		0		0	
1月31日	曇	南西後西		735	2050	(10)	0		0		0	
2月11日	曇一時雨	東		706	0		0		100	(11)	0	
				735	350	(12)	0		0		0	
				752	0		200	(13)	0		0	
				757	55	(14)	0		0		0	
				759	0		380	(15)	0		0	
				804	140	(16)	0		0		0	
				804	0		100	(17)	0		0	
2月25日	晴れ	東		701	1200	(18)	0		0		0	
				713	24	(19)	0		0		0	
3月8日	曇のち雪	南南西		702	0		450	(20)	0		0	
				706	0		1150	(21)	0		0	
				709	50	(22)	0		0		0	

2006年度　夕方

1月9日	曇	東		1728	0		0		1800	（１）	0	
2月7日	晴れ	北東		----	0		0		0		0	
2月24日	曇	北東	強	1714	1300	（２）	0		0		0	
2月25日	曇	北東北		1724	17	（３）	0		0		0	
				1726	35	（４）	0		0		0	
				1758	1000	（５）	0		0		0	
3月5日	曇	西南西	強	----	0		0		0		0	

付録 3．それぞれのメッシュごとに記録されたマガン個体数。上：2005 年度、下：2006 年度

種　名	メッシュ番号	2005年																		2006																														
		11月		12月																1月																					2月									3月		
		3	27	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	2	3	4	5	6	7	8	14	15	16	17	18	22	23	24	26	27	28	29	30	31	1	11	12	13	18	19	21	22	23	28	7	8	13
マガン	5436-10-79															650																																				
	5436-11-70							400		980		350	456	200																																						
	5436-11-71											800																																								
	5436-11-80									136	1000	121																																								
	5436-11-81				1200				41			930				30		700																																		
	5436-11-82																								227																											
	5436-11-93			72																																																
	5436-11-94				17																																															
	5436-11-95						64																																													
	5436-11-96						72																																													
	5436-11-97						700																																													
	5436-21-02											870		600	2950	1300									293	27																										
	5436-21-03											120	200			200	3				12			50	98									1	28	201	30										1000				
	5436-21-04																																		160							2310							1600			
	5436-21-11																	14																																		
	5436-21-12																7	11																																		
	5436-21-13																																													2620	540					
	5436-21-15																												2700								1300	1600														
	5436-21-16		300																										310																							
	5436-21-22											120				1830	750																																			
	5436-21-24																																											1480						1700	1700	
	5436-21-25																													1400		570	900						1600	1600											930
	5436-21-32								250	240				450	15																																					
	5436-21-34																																											250	380							
	5436-21-35																														1700											1872		1400	1400			480				
	5436-21-36																																										2400	1680								
	5436-21-37																																			1530																
	5436-21-42											990	450																																							
	5436-21-45																																								2130											

種　名	メッシュ番号	2006年																						2007年											
		11月						12月																1月										2月	
		12	23	23	26	29	30	2	4	7	9	10	13	17	20	24	27	28	29	30	31	1	2	4	5	7	8	9	10	12	28	2	11
マガン	5436-11-94				1200																												
	5436-21-03				80																											1830	
	5436-21-04										470				1600												71	113			900		
	5436-21-06																										340						
	5436-21-14				800						460	620																					
	5436-21-15												950			1800						510	1000				1832						1600
	5436-21-16																				1800												
	5436-21-24		800					510																		780	817	1357			250		
	5436-21-25					1850		360	580			500	3420											900	1196	350			240				
	5436-21-27	950																															
	5436-21-28											300																					
	5436-21-35							1200								1700																	
	5436-21-66																									600							