

## アサギマダラの長距離移動に関する気象学的考察

若松 齊昭<sup>1</sup>

Meteorological Considerations on the Long-distance Migration of *Parantica sita*

WAKAMATSU Nariaki<sup>1</sup>

Abstract : The results of the marking survey of *Parantica sita* were compared with meteorological data. As a result, the flight altitude, travel date, and flight speed were determined. "YAKU 11.12 DT 6" flew within the atmospheric boundary layer at an altitude of less than 1 km. During the seven-day period from marking to recapture, on November 14 and 15, 2023, the butterfly traveled from Yakushima to Nakagusuku Village in Okinawa Prefecture in one day. It is also possible that after taking off from Yakushima on November 14th, it took a night's rest in the Amami Islands on the night of the 14th, took off again on the 15th, and moved to Nakagusuku Village on the 15<sup>th</sup>. The average flight speed during this trip was estimated to be around 10 to 55 km/h.

キーワード：アサギマダラ、長距離移動、気象

### はじめに

アサギマダラ (*Parantica sita*) は、チョウ目タテハチョウ科マダラチョウ亜科に分類されるチョウである。アサギマダラは長距離を移動することが知られており、1980年に鹿児島で始まったマーキング調査が、その後日本全土をはじめ台湾・香港まで広がり、数多くの記録が蓄積されている。その結果、春には沖縄・台湾から本州・北海道へ向けて北上することや、秋には北海道・本州から沖縄や台湾まで南下することが明らかになっており、中にはその移動距離が2,500kmに及ぶものもある。鹿児島県立博物館でも、一般向けや教職員向けの講座において、アサギマダラへのマーキングを実施している。

アサギマダラは、ひらひらと羽ばたくだけでなく、羽を動かさずに滑空したり、上昇気流をとらえて高く上昇したりする様子から、長距離移動には高層風を利用しているという見解がネット上では認められるが、科学的手法では確かめられていない。また、その飛行速度についても、移動距離から推測はされているものの、直接的に測定されていない。これは、鳥のような大型動物のように、GPS記録器などを装着した直接観測ができないためである。

そこで本稿では、アサギマダラのマーキング調査の結果を移動期間中の気象データと照らし合わせ、アサギマダラの長距離移動における飛翔高度および移動速度について考察する。

### 1 検討個体について

マーキング調査により、数多くの長距離移動データが蓄積されているが、再捕獲は偶然に左右されるため、再捕獲までの期間や再捕獲地までの距離はさ

まざりである。そのため、移動期間中の気象データと比較する際には、大きく2つの問題がある。

1点目は再捕獲までの期間である。再捕獲までの期間が長すぎると、途中経路が複雑になり、直線的な移動と見なすことが困難になる。日本の天気は、上空を吹く偏西風により高気圧や低気圧が西から東へ移動し、夏の北太平洋高気圧に広くおおわれる時期を除いては、天気は数日の周期で変化する。特にアサギマダラが長距離移動を行う春や秋は、日本付近を温帯低気圧と移動性高気圧が交互に通過し、3～4日の周期で天気が変化する。そのため、風向きも周期的に変化することとなり、再捕獲までの期間がこの周期の2倍を超えると、どのタイミングでどの風の影響を受けて移動したのかの判別が困難になる。

2点目は再捕獲地までの移動距離である。移動距離が極端に短いと、飛翔速度が明らかでない以上、風の影響を受けない自力飛翔の可能性を排除しにくくなる。また、地形に起因する乱流や海陸風などの、卓越風以外の局所風による影響が相対的に大きくなるため、数値予報モデルで表現されにくい気象現象の寄与度が相対的に大きくなる。また、もっとも密に実際の観測データを取得できるアメダスでも、観測点間隔は約17kmであり、数10km程度の移動距離では、気象データとの因果関係を議論する意義が低下する。

そこで今回は、大阪市立自然史博物館が運営する、アサギマダラなどの移動昆虫のメーリングリスト「asagimadara」のデータを参照した。その中で、再捕獲までの期間が1週間以内で、かつ移動距離が100km以上のできるだけ長いものを検討個体として選定す

1 鹿児島県立博物館

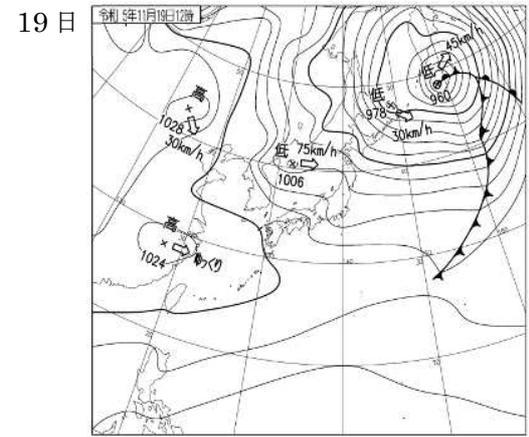
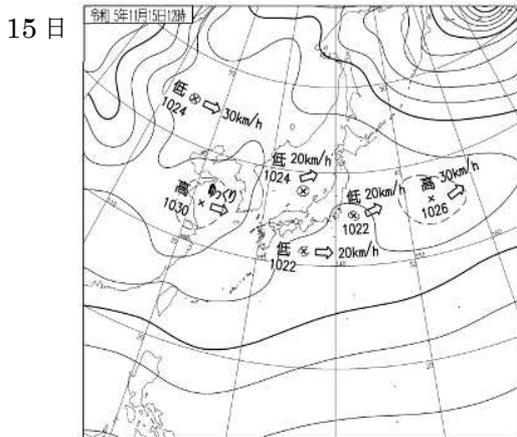
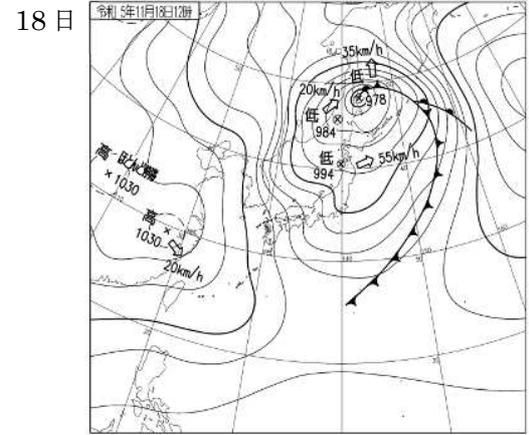
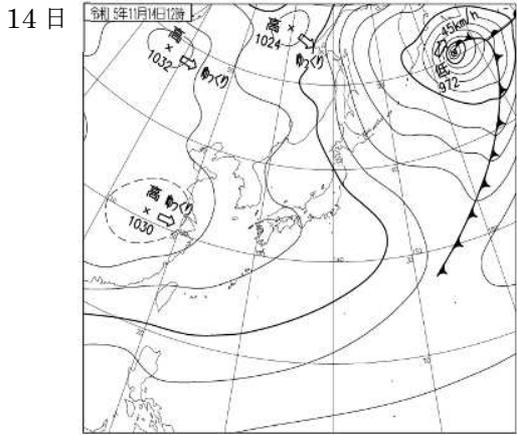
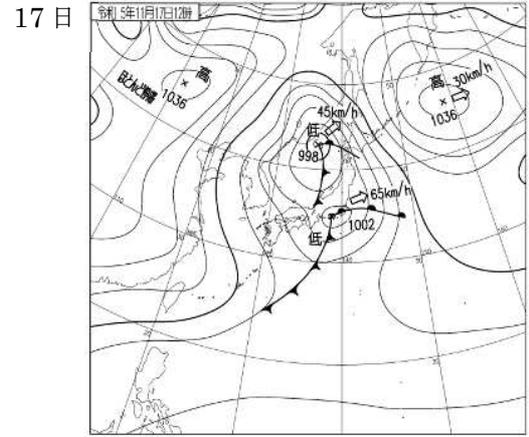
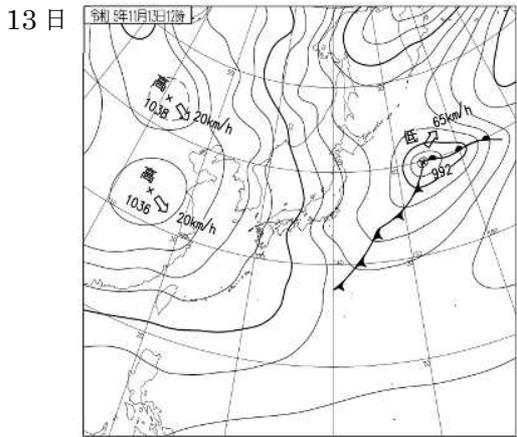
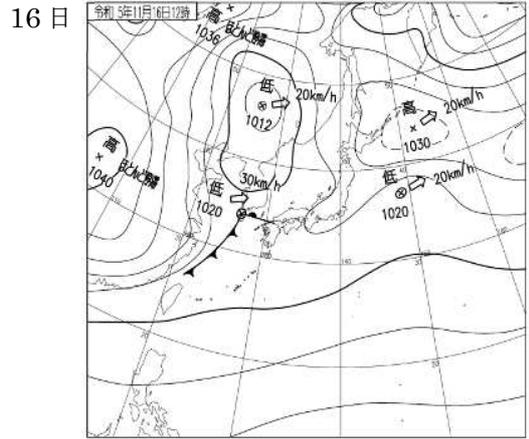
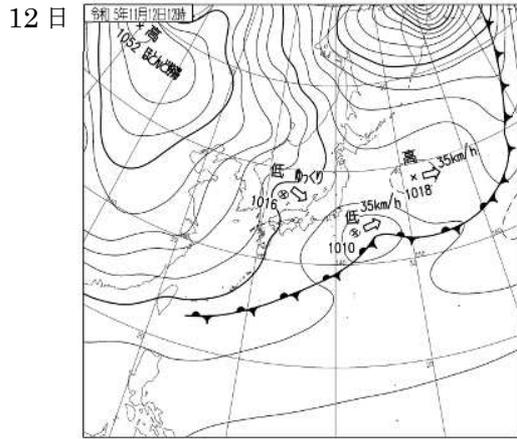


図1 2023年11月12日から11月19日までの地上天気図 (1200JST)

ることとした。また、気象データも過去に遡るほど入手・利用が困難になるため、2023年秋の南下個体の中から選定することとした。

その結果、2023年11月12日に竹本大輔氏により屋久島町高平にてマーキング・放蝶され、11月19日に比嘉正一氏により沖縄県中城村久場にて再捕獲された、[asagimadara:02100]の「YAKU11.12 DT 6」（期間7日、移動距離520km、放蝶・再捕獲時刻は不明）のデータを用いることとした。

## 2 移動に関する条件の仮定

移動に関しては、いくつかの条件を仮定する必要がある。(福田, 2005)を参考に、飛立ちに関しては晴天・弱風・温暖な時刻とした。今回は、取得できる気象データに限界があることもあり、晴天とは気象データに降水がないと思われる場合とし、弱風とは10ノットおよそ5m/s以下を目安とし、温暖とは15℃以上を目安とした。また、移動は降水のない昼間(7時~17時)として検討を行った。

## 3 天気概況

移動期間中の天気変化を概観するため、2023年11月12日から19日までの各日12時(JST)の地上天気図を図1に示す。

12日は、関東沖の低気圧から前線が南西諸島の東側にのびており、南西諸島は雨天がちである。13日は一時的に西高東低の冬型の気圧配置となるが、14日には西から移動性の高気圧がやってきて、15日にかけて好天となる。16日になると東シナ海から温帯低気圧が近づき、通過後の17日以降は再び西高東低の強い冬型の気圧配置となる。19日になると冬型が緩み、しだいに天気は回復する。

地上天気図を見る限り、晴天・弱風・温暖の飛立ち条件に合いそうなのは、14、15日の両日と、19日と推測できる。

ただし、日本付近の地上天気図だけでは、各地点の降水の有無や風向・風速、気温などは判らない。そのため、地上の気象についてはアメダスなどの観測データ、高層の気象については数値予報モデルのデータを参照する必要がある。

## 4 移動期間の気象について

移動期間における移動経路付近の気象について詳細な検討を行うために、過去の数値予報データ(風向・風速・気温)を取得して表1にまとめた。移動の起点と終点に加え、およそ中間地点である名瀬の気象データを参照した。屋久島町高平から名瀬までは約235km、名瀬から沖縄県中城村までは約285kmで、屋久島から各地点はおよそ南南西(方位角225°)の方向にある。各地点の昼間の天気概況は、屋久島については屋久島特別地域気象観測所のデータから筆者が読み取って作成し、名瀬は名瀬測候所、中城村は沖縄地方気象台の天気概況を用いた。

過去の数値予報データの取得は、インターネットサイト「earth::地球の風、天気、海の状況地図」にて行った。高層風による移動の可能性を検討するため、地上に加えて850hPaと700hPa面のデータを取得した。

ちなみに気象の世界では、地形や植生、人工物などの影響で、上空約1kmまでの大気(大気境界層)はカオス的振る舞いをするために、コンピューターによる計算で予報を行うことは困難である。そのため、流体力学の法則に従って計算が可能な、850hPa(上空約1,500m)・700hPa(上空約3,000m)・500hPa

表1 2023年11月12日から11月19日までの各種気象データ

時刻 1200 (JST)	屋久島高平 (天気概況: 屋久島特別地域気象観測所) 235km						名瀬市名瀬 (天気概況: 名瀬測候所) 285km						沖縄県中城村 (天気概況: 沖縄気象台)					
	地上		850hpa		700hpa		地上		850hpa		700hpa		地上		850hpa		700hpa	
	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)	風向 (方位角°)	風速 (km/h)
2023.11.12	325	17.0	305	6.1	275	1.4	355	19.8	32	8.6	275	1.8	20	21.5	33	11.0	61	6.0
2023.11.13	335	14.8	325	0.2	340	0.8	340	18.5	41	3.8	84	3.4	15	19.7	30	5.4	57	5.6
2023.11.14	320	16.4	175	2.7	265	0.9	340	18.5	4	4.1	37	2.1	25	21.0	8	7.0	48	4.6
2023.11.15	355	17.3	310	3.8	300	-1.8	335	19.9	17	5.1	45	1.9	30	22.0	16	8.1	34	4.6
2023.11.16	135	18.4	200	5.9	240	1.8	205	21.7	20	8.7	95	2.6	130	23.4	13	13.9	52	4.6
2023.11.17	295	17.3	290	3.5	270	-3.1	300	17.6	47	4.6	87	2.2	330	20.8	40	5.3	84	3.2
2023.11.18	310	15.7	305	1.0	300	-0.9	315	18.6	59	3.4	78	2.9	340	20.2	39	4.9	47	4.3
2023.11.19	305	17.3	295	3.5	260	1.7	320	17.7	19	3.4	38	2.8	10	20.4	8	5.7	32	4.8

(上空約 5,500m)・300hPa (上空約 9,000m) といった等圧面のデータを用いて解析する。我々が日常的に利用する天気予報は、地上での観測データに加え、世界各地で 0:00UTC (世界協定時) と 12:00UTC に実施されるラジオゾンデによる高層気象観測データを利用して、それらのデータを品質管理の上で内外挿して数値予報モデルの各格子点データの初期値を生成し、各種数値予報モデルを用いてスーパーコンピュータによる計算の結果出力された値から導き出されている。そのため、数値予報モデルのデータが実際の数値と一致しているとは限らない。

なお、単位についてはわかりやすさを優先し、気象の世界で用いられるノットではなく、km/h で表記した。なお、各セル中心の矢印は、風のベクトルを表す。

700hPa 等圧面のデータを見ると、すべての観測点と観測時刻で 30~100km/h の強い西寄りの風が卓越しており、この領域をチョウが南南西に長距離移動することは不可能と思われる。

850hPa 等圧面のデータを見ると、風が弱く追い風成分のある区間も認められるが、起点である屋久島での気温が 0.1~6.1℃と一般的なチョウの活動温度を大きく下回っており、この高度での長距離移動も不可能と思われる。また、自律飛行しない仮死状態で、風によってのみ運ばれる可能性を考慮するのは、2 地点の距離と方位からも現実的ではないと考える。

よって、今回の長距離移動は、上空 1km までの大気境界層内で行われたと考えるのが妥当である。なお、表の網掛けセルは、風向・風速、気温、降水から、飛行に不適と思われる部分である。

## 5 地上天気による移動日の検討

数値予報モデルの気象データからは、今回のアサギマダラの長距離移動は大気境界層内で行われたことが強く示唆された。そこで、起点・中間点・終点付近の地上観測データから、まずは移動に適した日を絞り込むこととする。

表 2 は、表 1 から地上の気象データのみを抜き出したものである。第 2 項にて仮定した移動の条件を適用すると、網掛けのセルは飛立ちと移動に不適となる。起点と中間点で飛立ち及び移動に適する日は、11 月 14 日と 15 日の両日のみとなる。終点の中城村については、12 日と 16 日を除いてすべて適日となるが、終点のため飛立ちを考慮する必要はない。とすると、11 月 14 日、15 日のいずれかに屋久島を飛立ち、その日のうちに中城村に到着したか、14 日に

表 2 2023 年 11 月 12 日から 11 月 19 日までの各種気象データ (地上)

時刻	屋久島 高平岳		奄美市 名瀬		沖縄県 中城村	
	235km		285km			
	地上		地上		地上	
1200 (JST)	風向 (方位 角°)	風速 (km/h)	風向 (方位 角°)	風速 (km/h)	風向 (方位 角°)	風速 (km/h)
2023.11.12	325 41	曇時々雨 17.8	355 28	雨時々曇 19.8	20 29	雨時々曇 21.5
2023.11.13	335 38	曇時々雨 14.8	340 40	晴時々曇一時雨 18.5	15 29	曇時々晴 19.7
2023.11.14	320 8	晴時々曇 16.4	10 13	曇 18.5	25 16	晴後時々曇 21.0
2023.11.15	355 17	高のち晴一時曇 17.3	350 24	曇一時雨後時々曇 19.9	30 23	晴一時曇 22.0
2023.11.16	135 6	曇 18.4	140 16	晴後曇一時雨 21.7	130 20	晴後時々曇 23.4
2023.11.17	295 45	雨時々曇 17.3	360 38	曇後時々晴一時雨 17.6	330 35	晴一時曇 20.8
2023.11.18	310 53	曇時々雨 15.7	320 51	晴時々曇一時雨 18.6	340 35	曇一時晴 20.2
2023.11.19	305 29	曇 17.3	320 18	曇後一時雨 17.7	10 16	晴一時曇 20.4

屋久島を飛立ち、途中 14 日の夜は奄美群島付近で休息し、休息地を 15 日に飛立って 15 日中に中城村に到着した 3 つのケースが考えられる。ただし、この気象データは数値予報モデルのデータであり、現実の気象データとは一致しない。そのため、風速の値が 15 日の名瀬で条件値 (10 ノット  $\div$  18.5km/h  $\div$  5m/s) をややオーバーしている日についても、その他の項目 (降水や気温) をクリアしていれば、実測値にて詳細な議論を行うために検討を次項に持ち越す。なお、16 日は風も弱く飛立ちと移動が可能とも思えるが、16 日夜遅くに通過する寒冷前線への南からの湿った空気の流れ込みによって、全行程で向かい風となり、所により降水が推測される。チョウの生物学 (福田, 2005) では、同じく長距離移動を行うオオカバマダラが天候と風向・風速を判断して飛立ちを決めており、南下の際には南風では数日間そこにとどまるとしている。そこで今回も、南寄りの風が吹く 16 日については、飛立ちと移動について不適とした。

## 6 飛立ち日の検討

前項では数値予報モデルのデータを用いて飛立ちと移動に適する日を抽出したが、前述の通りこのデータは現実の気象データと一致しているわけではない。そこで、地上での実際の観測データから起点と中間点における気象を詳細に検討することとする。ただし、放蝶地点や再捕獲地点に観測点は無いため、それぞれ近傍の屋久島特別地域気象観測所、沖縄地

表3 屋久島特別地域気象観測所の観測データ

屋久島	時	降水量 (mm)	気温 (°C)	風速 (m/s)	風向	日照 時間 (h)	天気	視程 (km)	
	11.14	7	--	12.5	2.1	西	0	晴れ	50
		8	--	14.5	2.3	西	0.4	晴れ	50
		9	--	16.9	3.4	西北西	0.8	曇	50
		10	--	17.5	3.6	北西	1	晴れ	50
		11	--	18.3	4.2	北西	1	晴れ	47.4
		12	--	18.4	4.1	北西	0.9	曇	48.1
		13	--	18.6	5.1	北西	1	晴れ	50
		14	0	18.4	4.6	北北西	0.5	曇	50
		15	--	16.9	4.4	北西	0.3	曇	50
		16	--	16.8	4.9	北西	0	曇	50
		17	--	15.6	2.5	西	0	曇	50
		18	--	15.5	3.7	西北西	0	曇	50
	11.15	7	--	13.1	2.2	西	0	曇	50
		8	1.5	13.5	3.4	西北西	0	雨	18.5
		9	0.5	14.7	5.8	西北西	0.2	雨	19.8
		10	0.5	15.9	4.3	西北西	0.9	雨	50
		11	0	18.3	4.9	北西	0.9	晴れ	50
		12	--	18.7	6.4	北西	0.6	晴れ	50
		13	--	17.6	5.5	北西	0.3	曇	50
		14	--	18.6	6.2	北北西	0.5	曇	50
		15	--	18.8	6	北西	0.9	晴れ	50
		16	--	17.6	5.6	北西	1	晴れ	50
		17	--	16.1	2.8	西	0.3	曇	50
		18	--	15.8	3.1	西北西	0	晴れ	50

方気象台のデータを用いた。中間点の名瀬は任意に設定した点のため、そのまま名瀬測候所のデータを用いた。それぞれの観測点における11月14日と15日の日中（7時から18時）の観測データ（降水量、気温、風速、風向、日照時間、天気、視程）を表3から5に示す。

(1)屋久島からの飛立ち

表3によると、14日は朝から降水は無く、9時には気温も15°Cを越え、なおかつ風は弱く、風向も9時以降南下への追い風成分を持ち始める。よって、14日の最も早い飛立ちは9時と想定される。それ以降の時刻での飛立ちも考えられるが、日中に海上を移動し、いずれかの島に帰着することを考慮すると、できるだけ早い時刻に飛立つことが望ましいため、条件がそろった最も早い時刻で検討する。

15日は、10時には15°Cを越え、風向きもるが、11時頃まで降水があり、その間の飛立ちは想定しづらい。よって、15日の最も早い飛立ちは11時と想定される。

(2)名瀬からの飛立ち

14日に屋久島を飛立った個体が14日中に名瀬に着地して、夜間休息の後に15日に再び飛立つ場合を

表4 名瀬測候所の観測データ

名瀬	時	降水量 (mm)	気温 (°C)	風速 (m/s)	風向	日照 時間 (h)	天気	視程 (km)	
	11.14	7	--	15.8	1.9	南南東	0	曇	20
		8	--	16	1.6	南南東	0	曇	20
		9	--	16.5	1.5	南	0	曇	20
		10	--	18.4	0.6	南	0	曇	20
		11	--	19.5	2.5	北	0	曇	20
		12	--	19.4	2.3	北北西	0	曇	20
		13	--	19.8	2.1	北北東	0	曇	20
		14	--	20	1.8	北北西	0	曇	20
		15	--	19.7	2.6	北北西	0	曇	20
		16	--	19.5	2.6	北北西	0	曇	20
		17	--	19.3	2.7	北北西	0	曇	20
		18	--	17.5	1.4	南南東	0	曇	20
	11.15	7	0.5	15.8	2.5	南	0	雨	20
		8	0	17	1.9	南南東	0.4	曇	20
		9	--	20.6	3.6	北北西	0.4	曇	20
		10	--	20.5	4.5	北北西	0.1	曇	20
		11	--	20.8	3.6	北	0.2	曇	20
		12	--	21.8	3	北北西	0.4	晴れ	20
		13	--	21.5	3.3	北	0.3	曇	20
		14	--	20.9	3	北	0	曇	20
		15	--	21.1	3.1	北	0.1	晴れ	20
		16	--	20.9	2.7	北	0.1	晴れ	20
		17	--	20.6	3.5	北	0	曇	20
		18	--	20.3	3.7	北北西	0	晴れ	20

表5 沖縄地方気象台の観測データ

那覇	時	降水量 (mm)	気温 (°C)	風速 (m/s)	風向	日照 時間 (h)	天気	視程 (km)	
	11.14	7	--	19.1	4.1	北北東	0		
		8	--	20.3	4.1	北北東	0.9		
		9	--	21.1	4.3	北北東	0.8	晴れ	30
		10	--	22.3	3.5	北北東	0.9		
		11	--	22.7	2.6	北北東	0.6		
		12	--	22.6	4.2	北	0.9	晴れ	35
		13	--	22.3	4.6	北北東	0.8		
		14	--	22.9	4.1	北	0.9		
		15	--	22.4	4.8	北	1	晴れ	30
		16	--	22	4.4	北北東	0.4		
		17	--	21.5	4.4	北北東	0		
		18	--	21	4.8	北東	0	曇	30
	11.15	7	--	20.1	2.6	北東	0		
		8	--	21	4	北北東	0.8		
		9	--	21.7	5.3	北東	0.6	晴れ	40
		10	--	22.7	3.6	北東	0.7		
		11	--	22.3	5.3	北北東	0.5		
		12	--	22.9	5.5	北	0.4	晴れ	40
		13	--	23.7	5.1	北北東	0.6		
		14	--	23.1	6.2	北北東	0.5		
		15	--	22.9	5.4	北東	0.1	晴れ	35
		16	--	22.7	5.2	北東	0.4		
		17	--	22.2	5.6	北北東	0.1		
		18	--	21.5	4.7	北東	0	晴れ	35

想定する。

表4によると、15日は7時台まで降水があり、8時までは南南東の風が吹いているため、飛立ちには不適である。9時になると、降水・気温・風速・風向ともに仮定した条件をクリアするため、最も早い飛立ちは15日の9時と想定される。

### (3)中城村への帰着

念のため、14日と15日の沖縄の気象観測データから、両日に帰着可能かを検討する。

表5によると、沖縄では、14日と15日の両日も、降水は無く、気温も20℃以上で北寄りの風が吹いており、移動行程の後半は移動個体にとって望ましい条件であった。再捕獲地への帰着には問題がないと考える。

## 7 移動パターンの検証

パターン①：14日9時屋久島発，18時中城村着

このパターンでは、520kmを9時間で移動したことになり、単純計算では57.8km/hで移動したことになる。さらに、中間点の名瀬ではほぼ北から13km/hの風が推定されているため、仮に10km/hを追い風の影響として差し引くと、平均の飛行速度を47.8km/hと見積もることができる。飛行速度については、(福田, 2005)で、オオカバマダラの南下は追い風を利用して50km/h、ウスキシロチョウを30km/h程度、ワタリオオキチョウを50km/h、羽化当日のイチモンジセセリを14-58km/hとしているため、妥当な値と言える。

パターン②：15日11時屋久島発，18時中城村着

このパターンでは、520kmを7時間で移動したことになり、単純計算では74.3km/hで移動したことになる。さらに、中間点の名瀬ではほぼ北から24km/hの風が推定されているため、20km/hを追い風の影響として差し引くと、平均の飛行速度は54.3km/hとなる。この値も、上限に近いものの、大きく妥当性を欠くものではないと考える。

パターン③：14日9時屋久島発，14日18時名瀬着夜間休息，15日9時名瀬発，18時中城村着

このパターンでは、名瀬での夜間休息を挟むため、14日の移動と15日の移動に分けて考える。

まず14日は、235kmを9時間で移動したことになるため、単純計算では26.1km/h、追い風の影響として10km/h差し引くと、16.1km/hと非常に現実的な飛行速度となる。

15日は、285kmを9時間で移動したことになるため、単純計算では31.7km/hとなる。15日は名瀬

から沖縄にかけては、北から北北東の風が23～24km/h吹いており、追い風の影響を20km/hと見積もると、飛行速度は11.7km/hとなり、こちらも現実的な値といえる。

## 8 飛行速度について

前項では、アサギマダラの平均の飛行速度を、11.7km/h, 16.1km/h, 47.8km/h, 54.3km/hと推定した。この値は、2点間を直線で移動し、追い風の影響を大まかに差し引いたもので、小数点以下はほとんど意味を持たないうえ、移動の道のりによっては値がさらに上振れする。ただ、これまで検討されてきたチョウの飛行速度と大差ない値が得られたことは、今回の気象データに基づく飛立ちや移動の推定に妥当性を担保するといえる。

## 9 結論

アサギマダラのマーキング調査の結果を、気象データと照らし合わせることによって、以下の結論を得た。

- ・「YAKU 11.12 DT6」は、高度1km以下の大気境界層内で移動した。
- ・放蝶から再捕獲までの7日間のうち、2023年11月14日と15日に、屋久島から沖縄県の中城村まで移動した可能性が高い。
- ・2023年11月14日と15日に、それぞれ1日で移動した可能性のほか、屋久島を飛立ったのちにいったん14日夜に奄美群島にて夜間休息の後、15日に再び飛立って、15日に中城村へ移動した可能性も考えられる。
- ・今回の移動では、平均の飛行速度は10～55km/h程度と見積もることができた。

## 10 おわりに

昆虫を専門とする同僚との会話の中で、アサギマダラの長距離移動に興味を持った。筆者の専門は地質学であり、チョウの生態については全くの門外漢である。それゆえ本論も、専門家から見ると仮定や考察に稚拙な点多々あろうかと思う。ただ、気象予報士として乏しいながらも気象の知識を持ち合わせているため、アサギマダラの長距離移動に関して、ジェット気流や偏西風といった用語が持ち出されることがあると耳にしたときには違和感を禁じえなかった。そこで今回、非常に大雑把ではあるが、気象データとマーキング調査の結果を照らし合わせてみたものである。

アサギマダラのマーキング調査は、40年以上にわたって数多くのデータが蓄積されていると聞く。ほかの例でも気象データとの照合で、新たな知見を得られることもあるだろうし、照合する気象データの選抜や、北上個体の検討ではまた違った結論に至る可能性もある。さらに、昨今のコンピューターの発達で、専門的研究機関では、気象データを加味した移動の数値シミュレーションも可能と思われる。今後は放蝶・再捕獲の際に、正確な時刻や風向・風速・雲量などの気象のデータも付記されると、より詳細な検討が可能になるものと思われる。アサギマダラの長距離移動に関する研究の進展を期待する。

### 謝辞

今回の研究においては、鹿児島県立博物館元館長福田晴夫氏に、アサギマダラのマーキング調査の結果をご紹介いただき、アサギマダラをはじめとするチョウ全般の基礎的な知識について様々なアドバイスをいただいた。ここに深く感謝申し上げます。

### 参考文献・サイト

福田晴夫 (2005) 移動と分散. チョウの生物学 (本田計一・加藤義臣編) : 420-441. 東京大学出版会, 東京.

earth :: 地球の風、天気、海の状況地図

<https://earth.nullschool.net/jp/>

(2023年12月19日閲覧)

気象庁 | 過去の気象データ検索

<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>

(2023年12月19日閲覧)