

## 気象解析に基づく日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカの移動と分散に関する研究

研究分担者	澤邊 京子	国立感染症研究所 昆虫医科学部
研究協力者	田中 淳	新潟市保健所 環境衛生課
	井川 穰	新潟市保健所 環境衛生課
	山本 一成	新潟市衛生環境研究所
	山内 健生	兵庫県立大学 自然・環境科学研究所
	渡辺 護	国立感染症研究所 昆虫医科学部
	大塚 彰	九州沖縄農業研究センター

### 研究要旨

各種病原体の人及び家畜への伝播を正しく評価するためには、野外蚊集団内の病原体保有状況や、現在の流行株に対する情報の蓄積が必要であるとの観点から、2003年より全国各地において蚊を捕集し、それら捕集蚊の病原体保有状況を調査してきた。特に、日本脳炎ウイルス(JEV)においては、2005年からの5年間で1都20県において蚊捕集調査を実施し、うち7県の捕集蚊から合計100株以上を分離した。分離株の多くは四国、九州で捕集した蚊から得られたが、東日本でも静岡県、富山県、新潟県の蚊がJEVを保有していることも判明した。新潟県においては、2007年に新潟市佐潟で捕集されたコガタアカイエカ(231頭)からJEVが分離され、ブタのHI抗体価も年によっては上昇している。このように、ブタ及び蚊体内でのJEVの活動は依然として活発であり、全国的に日本脳炎の流行が危惧される状況にあると言える。近年のウイルス分離株とコガタアカイエカの遺伝子解析から、そのどちらも海外から侵入しているであろうことが強く示唆されている。そこで我々は2012年、2013年、2014年に得られた富山県、新潟県における捕集成果を中心に、気象データとの照合を試み、コガタアカイエカの海外からの移動とその後の国内各地への移動と分散を評価するための研究を行うこととした。新潟県におけるコガタアカイエカの調査として、佐潟周辺の豚舎で、2010年～2014年に捕集調査を行い、得られた蚊の捕集成績に関し、詳細な気象解析を実施した。捕集はドライアイスを誘引源としたCDC型ライトトラップを用いた。

### A. 研究目的

日本脳炎の媒介蚊としてコガタアカイエカ(以下「本種蚊」)は重要であるが、我が国の成虫の生息密度には大きな地域差があるとされている。

国立感染症研究所昆虫医科学部が2005年からの5年間で1都20県において蚊捕集調査を実施し、うち7県の捕集蚊から合計100株以上の日本脳炎ウイルス(JEV)を分離した。分離株の多くは四国、九州で捕集した蚊から得られたが、東日本でも静岡県、富山県、新潟県の蚊がJEVを保有していることも判明した。2007年、国立感染症研究所の先行研究として新潟市佐潟で行った調査において、捕集された231頭の本

種蚊からJEVが分離された(沢辺ら、2008)。日本脳炎は、1992年以降、国内での患者数は年間10人以下ではあるが、ブタのHI抗体価も年によっては上昇している。ブタ及び蚊体内でのウイルスの活動は依然として活発であり、全国的に日本脳炎の流行が危惧される状況にあると言える。

JEVが分離された新潟市では、それまで豚舎周辺でのトラップを用いた蚊の調査が行われておらず、豚舎周辺における本種蚊の発生状況が明らかになっていないことから、2010年から豚舎で蚊の捕集調査を実施した。

近年のウイルス分離株と本種蚊の遺伝子解析から、そのどちらも海外から侵入しているであ

ることが、強く示唆されている。本研究は、新潟市で得られた捕集結果をもとに、本種蚊の国内外からの移動と分散を気象解析結果から考察し、本種蚊の長距離移動についての実態を明らかにすることを目的とした。

## B. 研究方法

2010年～2014年ともに同じ豚舎（定点：37°73'9" N, 138°9'08" E）で捕集した本種蚊を対象とした。当該豚舎は、2007年9月にJEVが分離された佐潟から直線距離にして約8 km離れているが、佐潟に一番近く、その西側に位置した豚舎である。

トラップは、毎週1回、24時間設置とした（概ね水曜日に設置、木曜日回収）。トラップはCDC型ライトトラップ（豆電球は取外し）を使用。地上約2mに設置し、誘引源としてドライアイス約1 kgを容器に入れ、トラップ横に吊るした。過去の気温のデータは気象庁の指定気圧面観測データ（捕集地点のデータがないため輪島上空のデータを参考にした）及びNOAA（アメリカ海洋大気庁）の気象データ（解析モデル：Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model）により、高層観測等と高度1000mの後方・前方流跡線の気象解析を行い、豚舎周辺で得られた本種蚊の捕集成績と富山県衛生研究所が行った畜舎（6定点）での発生活消長を引用し、本種蚊の国内外からの移動と分散を考察した。

## C. 研究結果

本種蚊捕集調査として2010年～2014年に新潟市の豚舎で行った捕集結果と、富山県衛生研究所が畜舎（6定点）で行った本種蚊の捕集結果では、捕集ピークは同じ日あるいは富山県が1日早い結果が見られたが、2014年度は3週間ほどの違いが見られた。

2010年、新潟市の本種蚊の捕集数は3,691頭（捕集総数の60%）で、8月19日に前週の30倍以上の1,346頭が捕集されたため、捕集ピークと思われた（表1）。一方、富山県の捕集結果では、新潟市の捕集ピークの前日、8月18日に60,219頭が捕集され（表2）、2010年の捕集ピークと思われた。しかし、新潟市の豚舎周辺での捕集調査を14週で終了したため発生活消長調査

としては、不十分であった。そこで、2011年～2014年は4月中旬より開始し、捕集が認められなくなるまで実施した。

2010年の捕集ピークが認められた新潟市の8月19日捕集の本種蚊（表1）と、前日に富山県で捕集された本種蚊（表2）は、NOAAのデータから同じ気流で飛翔又は移動してきた可能性があると考えられ（図1a, b, c）、気象庁のデータでは、2010年8月19日（21時）の上空約1,100 m（900 hPa）の気温は23.6℃、湿度は49%であった（表3）。

2011年、新潟市の本種蚊は2,268頭（捕集総数の48.5%）が捕集され、8月24日に捕集数のピークが認められた（表1）。富山県では、前年同様に新潟市と同じ8月24日に捕集ピークが認められた（表2）。捕集ピークの8月25日のNOAAのデータ（図3a, b, c）と気象庁のデータでは、上空約1,000 m（900 hPa）の気温は20.0℃、湿度は87%であった（表4）。

2012年、新潟市の本種蚊は3,828頭（捕集総数の65.5%）が捕集され、初めて捕集が認められたのは7月25日と前年より約2ヶ月遅く、9月5日に捕集ピークが認められた（表1）。富山県の捕集ピークは新潟市と同じ9月5日であった（表2）。捕集ピーク時の上空約1,100 m（900 hPa）の気温は21.3℃、湿度は63%であった（表5）。同日のNOAAのデータ（図5a, b, c）は、2010年8月19日のNOAAのデータ（図1）と類似していた。

2013年、新潟市の捕集数は19,191頭（捕集総数の90.5%）で前年を捕集数並びに占有率も大きく上回った。新潟市の捕集ピークは9月11日で、原因は不明であるが、前年と比較すると大幅な増加が認められた。捕集ピーク前の若干のピーク時に長距離飛翔してきた本種蚊が豚舎周辺で増殖し、捕集ピークを迎えた可能性は否定できない。しかし、新潟市の稲刈りのピークもこの頃のため、水田の水を抜くことから水田以外の発生源を考えなければならないと思われた。前年比較が出来なかった富山県の捕集ピークは8月21日と思われた。新潟市の捕集総数は過去4年で最も多く、富山県での捕集総数は逆に少なかった。新潟市・富山県で過去の捕集ピークの中で3週間ほどの違いが確認された。捕集

ピーク時の上空約 1,000 m (900 hPa) の気温は 18.7 °C, 湿度は 60%であった (表 6), 同日の NOAA のデータ (図 7 a, b, c) が示すように狭い範囲の中での移動が見られた事から, 海外からの長距離飛翔ではなく国内で発生した本種蚊が長距離飛翔した事によりピークが見られたと推測できる。

2014 年度の新潟市で捕集が見られたのは, 昨年共と同様に 6 月の第 4 週であったが, 捕集数は 576 頭 (捕集総数の 24.9%) と前年と比較して大幅に減少した。昨年的大幅な増加と今年度の減少についての原因は不明である。

ピーク時の NOAA のデータ (図 9 a, b, c) と気象庁の観測データでは西寄りの風ではあるが, 日本海沿岸より流れ込む風が見られるが, 富山県以西からの風も見られることから, 富山県の捕集数も新潟市同様に減少しているか, 今年度も富山県との捕集ピークの比較を行う予定であったが, 富山県衛生研究所は現在解析中である。2011 年 ~ 2014 年の (図 2a, b, c), (図 4a, b, c), (図 6a, b, c), (図 8a, b, c), (図 10a, b, c) の各 NOAA の前方流跡線は若干の違いはあるものの福島県方向に流れている事が見られる。

本種蚊からの JEV 遺伝子検出検査について, 2010 年は新潟検疫所が行い, 2011 年以降, 新潟市衛生環境研究所で行い, 今年度は 21 プール (Micro Tube 1.5ml に最大 50 頭で 1 プール:576 頭) について RT-PCR 法による JEV 遺伝子検出を試みた。結果は, 全て陰性であった。

#### D. 考察

フライトミル飛翔実験によると, 本種蚊は 25 °C で飼育し 20 分間で飛翔させた場合に最も飛翔する (最高 38 時間連続で飛翔) ことが明らかになっている。例えば NOAA のデータが示す 2010 年 8 月 19 日の高度約 1,600 m (850 hPa 付近) 付近の気温は約 21.7 °C, 湿度 23%, 風向きは西寄りの風と確認され (表 3), 長距離飛翔を行う事が可能な条件であったと推測された。国内外からの長距離移動又はウンカ類と同様に中国大陸等から, 梅雨前線付近の下層ジェット気流 (800 ~ 900 hPa 付近の下層に出現する小規模な気流) で運ばれてきた可能性は否定できない。各年ともに捕集ピーク約 1 ヶ月前の捕集数の上

昇が見られた。

本種蚊の長距離飛翔に関しては, 海外より日本に飛来侵入する可能性について, 沢辺らが 2011 年および 2012 年の第 63 回, 第 64 回日本衛生動物学会で報告している。

#### E. 結論

JEV は, 2005 年からの 5 年間で 1 都 20 県において, 7 県の捕集蚊から合計 100 株以上が分離されている。多くは四国・九州の捕集蚊から得られたが, 東日本でも静岡県, 富山県, 新潟県の蚊が JEV を保有していることも判明した。新潟県においては, 2007 年に新潟市佐潟で捕集されたコガタアカイエカ (231 頭) から JEV が分離され, プタの HI 抗体価も年によっては上昇している。このように, プタ及び蚊体内での JEV の活動は依然として活発であり, 全国的に日本脳炎の流行が危惧される状況にあると言える。近年のウイルス分離株とコガタアカイエカの遺伝子解析から, そのどちらも海外から侵入しているであろうことが強く示唆されている。解析を行うためには, 国内外での本種蚊の捕集調査等が必要と思われる。

#### F. 健康危機情報

特になし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

沢辺京子. 2014. 日本脳炎ウイルスの国内越冬と海外飛来. 化学療法の領域, 30: 39-49.

##### 2. 学会発表

なし

#### H. 知的所有権の取得状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

表1 新潟市の豚舎周辺におけるドライストラップによるコガタアカイエカ雌成虫の捕集数

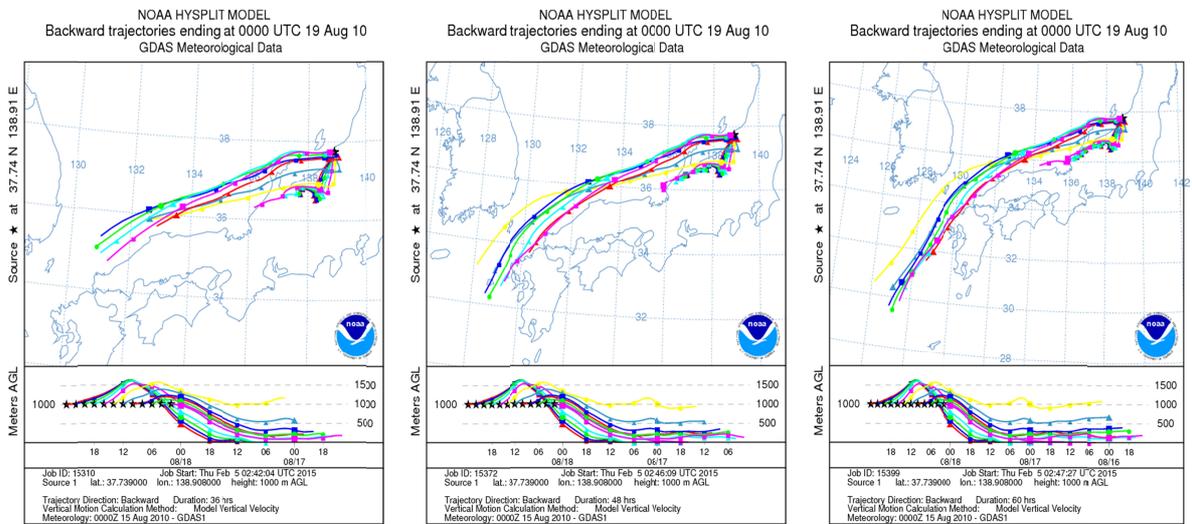
2010年		2011年		2012年		2013年		2014年	
調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数
		4月20日		4月25日		4月24日		4月23日	
		27日		5月1日		5月1日		30日	
		5月11日		9日		8日		5月7日	
		18日		16日		15日		14日	
		25日	2	23日		22日		21日	
		6月1日	2	30日		29日		28日	
		8日	1	6月6日		6月5日		6月4日	
		15日	8	13日		12日		11日	
6月16日	2	22日	12	20日		19日		18日	
24日	7	29日	6	27日		26日	5	25日	2
7月1日	1	7月6日	32	7月4日		7月3日	31	7月2日	3
8日		13日	68	11日		10日	105	9日	
15日	4	20日	3	18日		17日	180	16日	5
21日	69	27日	86	25日	5	24日	399	23日	17
27日	12	8月3日	152	8月1日	8	31日	671	30日	16
8月3日	35	10日	74	8日	235	8月7日	1783	8月6日	1
11日	42	17日	98	15日	32	14日	353	13日	163
19日	1346	24日	752	22日	47	21日	344	20日	122
26日	599	31日	703	29日	578	28日	2432	27日	110
9月2日	542	9月7日	82	9月5日	1265	9月4日	1023	9月3日	26
9日	370	14日	47	12日	693	11日	6185	10日	8
16日	662	21日	109	19日	903	18日	5553	17日	7
		28日	12	26日	56	25日	75	24日	95
		10月5日	18	10月3日	5	10月2日	50	10月1日	1
		12日	1	10日	1	9日	1	8日	
		19日		17日		16日		15日	
		26日		24日		23日	1	22日	
		11月1日		31日		30日		29日	
		9日		11月7日		11月6日		11月5日	
		16日		14日		13日		12日	
		24日		21日		20日		19日	
計	3691	計	2268	計	3828	計	19191	計	576

\*2010年は14週実施

表2 富山県内の畜舎におけるライトトラップによるコガタアカイエカ雌成虫の捕集数

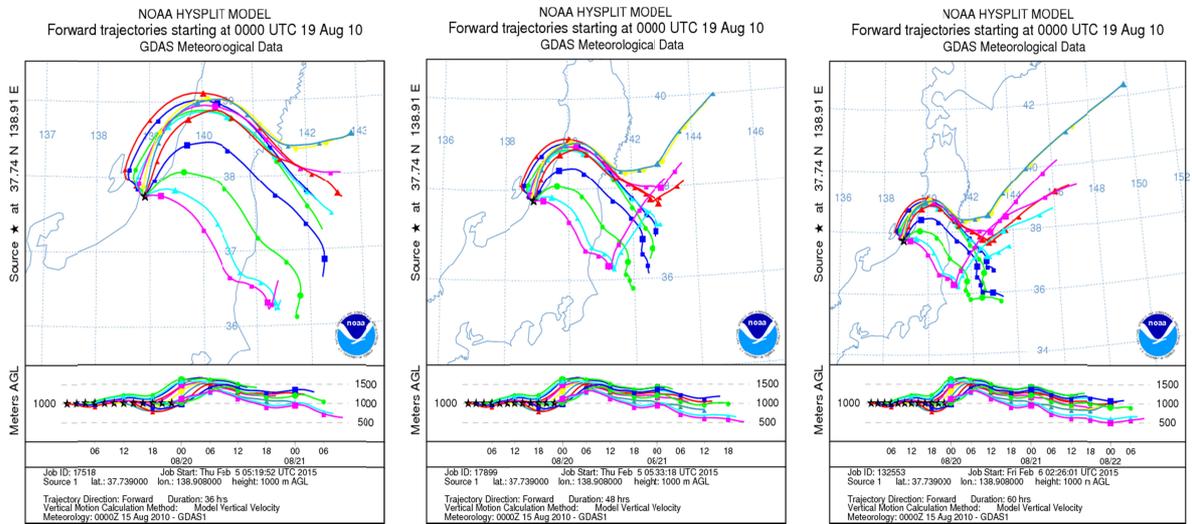
2010年		2011年		2012年		2013年		2014年	
調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数	調査日	頭数
6月9日	325	6月1日	174	6月6日	244	6月5日	512	6月4日	
16日	100	8日	567	13日	253	12日	997	11日	
23日	1135	15日	227	20日	536	19日	2678	18日	
30日	2566	22日	1228	27日	1389	26日	3860	25日	
7月7日	918	29日	3188	7月4日	1133	7月3日	6165	7月2日	
14日	2004	7月6日	4853	11日	1774	10日	8543	9日	
21日	12640	13日	7411	18日	7983	17日	10362	16日	
28日	3171	20日	5250	25日	6567	24日	11118	23日	
8月4日	16298	27日	17893	8月1日	12357	31日	21875	30日	
11日	13673	8月3日	16271	8日	7346	8月7日	12059	8月6日	
18日	60219	10日	18661	15日	8001	14日	10616	13日	
25日	23558	17日	49926	22日	33255	21日	22156	20日	
9月1日	44017	24日	59564	29日	17138	28日	17423	27日	
8日	45234	31日	47675	9月5日	38619	9月4日	13159	9月3日	
15日	16950	9月7日	30073	12日	18080	11日	17559	10日	
22日	44737	14日	18023	19日	24560	18日	14214	17日	
29日	5135	21日	8092	26日	2643	25日	938	24日	
10月6日	1326	28日	1728	10月3日	3859	10月2日	649	10月1日	
13日	852	10月5日	2447	10日	337	9日	141	8日	
20日	57	12日	83	17日	212	16日	17	15日	
27日	5	19日	6	24日	1	23日	49	22日	
計	294920	26日	5	計	186287	30日	4	29日	
		計	293345			計	175094	計	0

は年度ピーク



a: 36 時間前                      b: 48 時間前                      c: 60 時間前

図 1 2010 年 8 月 19 日捕集ピーク時の NOAA の後方流跡線 (高度 1,000 m 付近)



a: 36 時間後                      b: 48 時間後                      c: 60 時間後

図 2 2010 年 8 月 19 日捕集ピーク時の NOAA の前方流跡線 (高度 1,000m 付近)

表 3 2010 年 8 月 19 日の指定気圧面の観測データ (輪島付近: 気象庁データ)

【輪島 2010年8月19日21時】

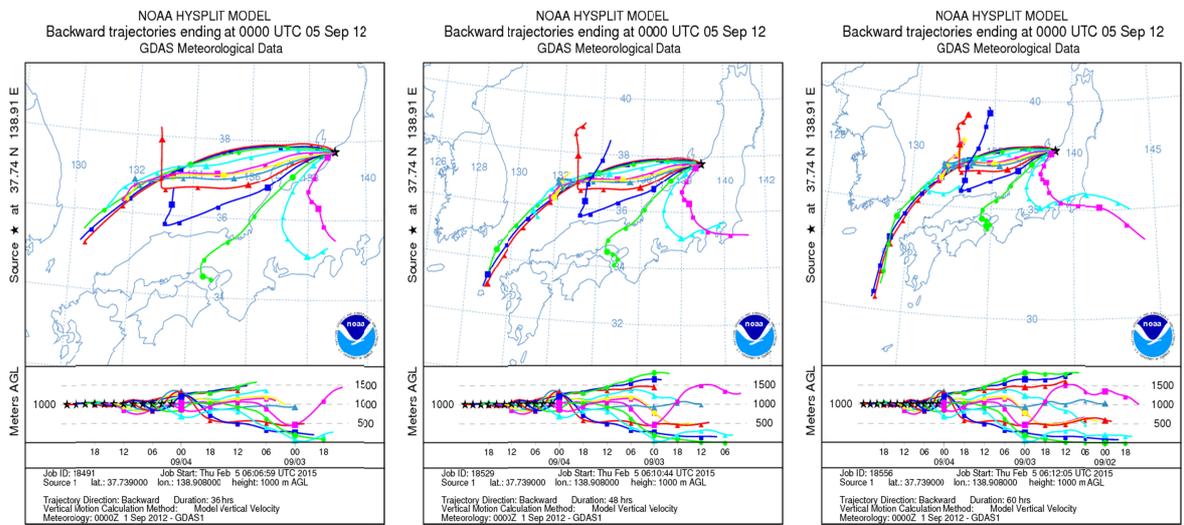
地上

気圧(hPa)	高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1019.7	10	25.0	87	1.8	200

指定気圧面

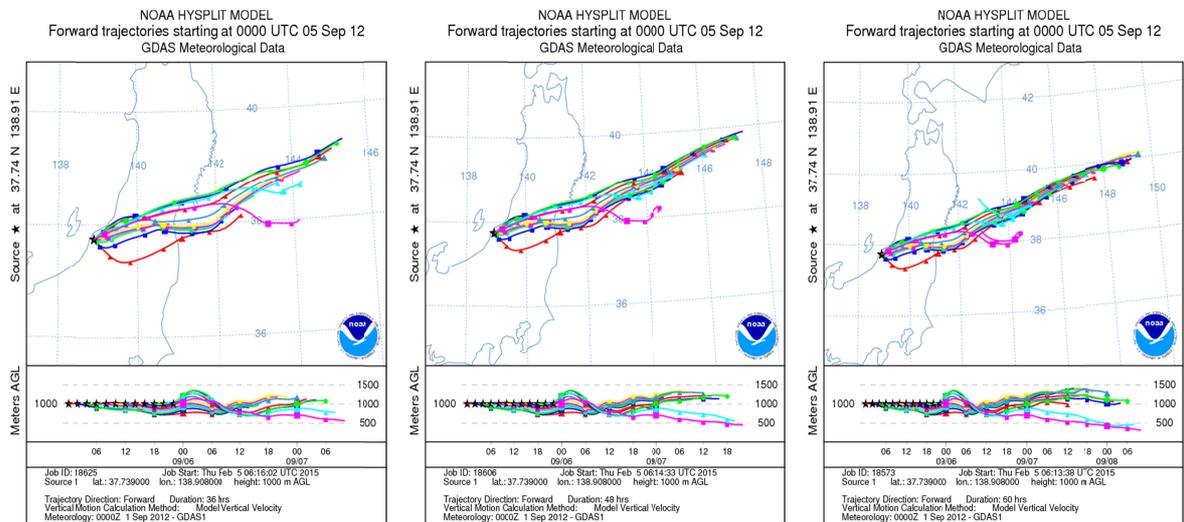
気圧(hPa)	ジオポテンシャル高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1000	182	24.7	89	2	167
925	868	23.6	77	3	187
900	1108	23.6	49	3	189
850	1606	21.7	23	2	251
800	2128	17.9	61	3	261
700	3259	11.3	51	3	285
600	4530	4.8	41	3	304
500	5998	-3.4	21	8	347
400	7725	-16.0	26	2	306





a: 36 時間前                      b: 48 時間前                      c: 60 時間前

図5 2012年9月5日捕集ピーク時のNOAAの後方流跡線(高度1,000m付近)



a: 36 時間前                      b: 48 時間前                      c: 60 時間前

図6 2012年9月5日捕集ピーク時のNOAAの前方流跡線(高度1,000m付近)

表5 2012年9月5日の指定気圧面の観測データ(輪島付近:気象庁データ)

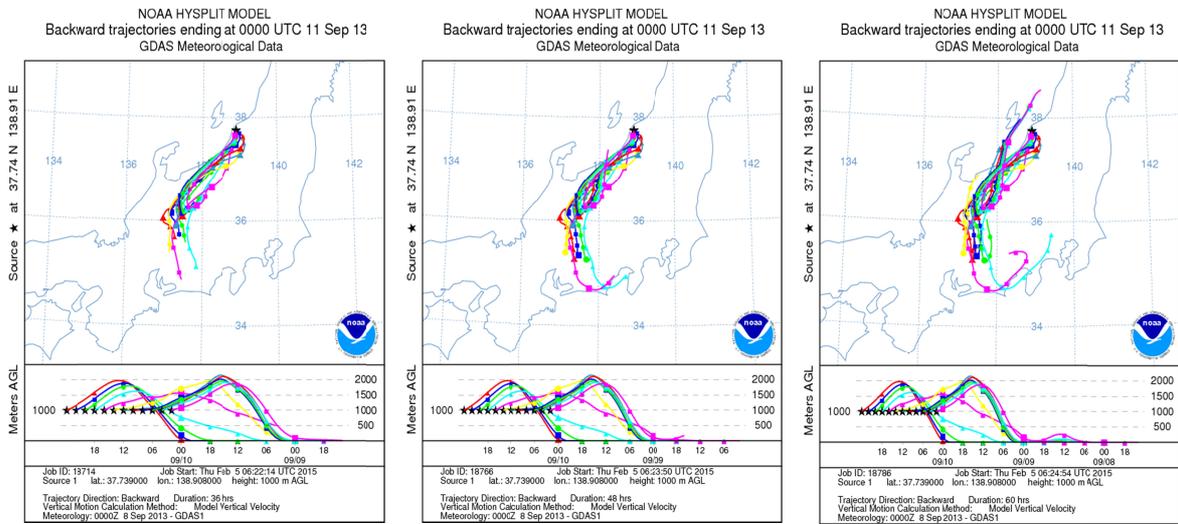
【輪島 2012年9月5日21時】

地上

気圧(hPa)	高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1016.9	10	24.3	90	2.7	220

指定気圧面

気圧(hPa)	ジオポテンシャル高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1000	158	25.9	75	4	214
925	843	22.6	63	6	232
900	1081	21.3	63	7	240
850	1574	18.2	69	9	233
800	2091	14.4	68	7	231
700	3207	8.5	56	7	231
600	4464	0.7	45	9	231
500	5905	-7.8	53	11	222
400	7607	-17.4	26	8	230

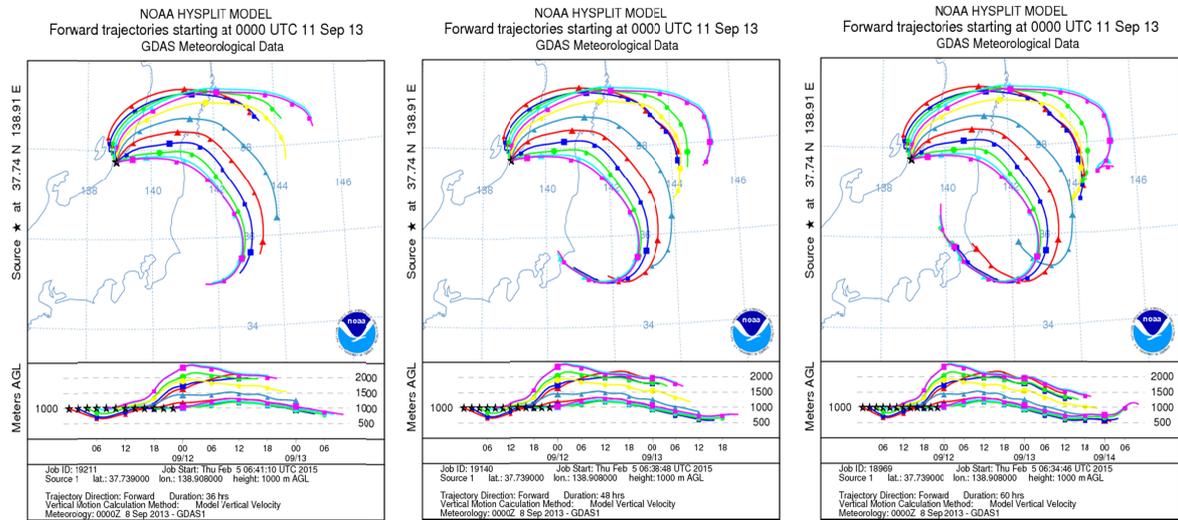


a: 36 時間前

b: 48 時間前

c: 60 時間前

図7 2013年9月11日捕集ピーク時の NOAA の後方流跡線 (高度 1,000 m 付近)



a: 36 時間前

b: 48 時間前

c: 60 時間前

図8 2013年9月11日捕集ピーク時の NOAA の前方流跡線 (高度 1,000 m 付近)

表6 2013年9月11日の指定気圧面の観測データ (輪島付近: 気象庁データ)

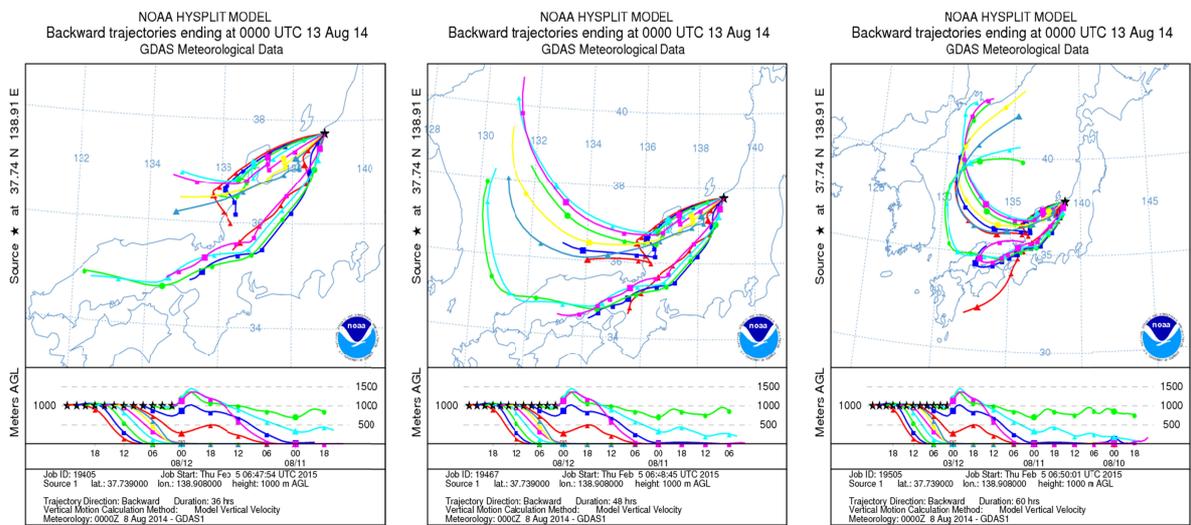
【輪島 2013年9月11日21時】

地上

気圧(hPa)	高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1014.3	10	23.9	84	2.1	190

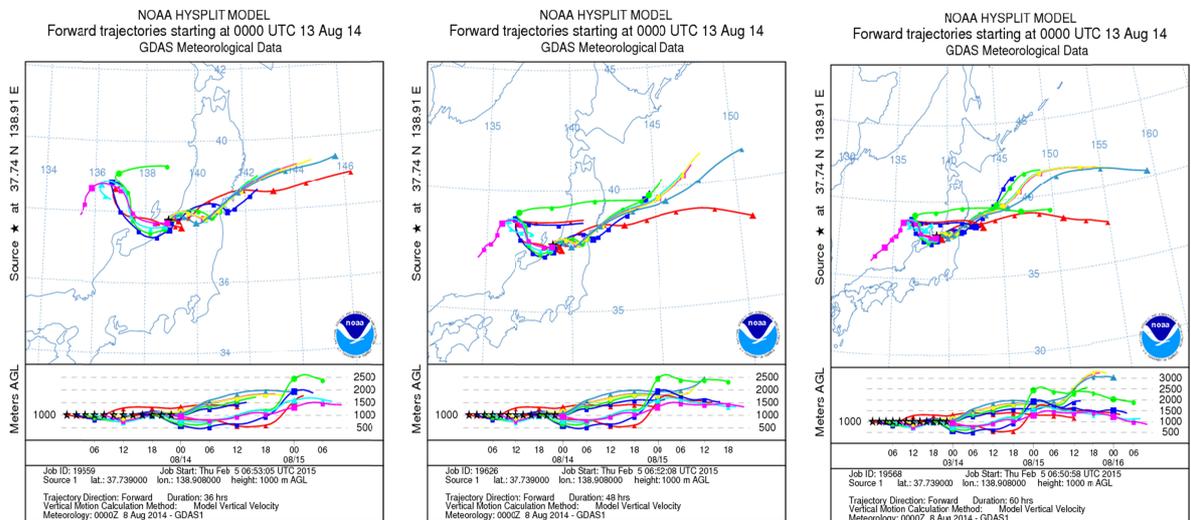
指定気圧面

気圧(hPa)	ジオポテンシャル高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1000	134	21.9	81	3	198
925	809	20.1	61	6	216
900	1045	18.7	60	6	236
850	1533	15.4	63	9	236
800	2044	11.6	65	10	234
700	3152	5.3	92	12	261
600	4401	0.1	87	15	277
500	5846	-6.5	77	14	265
400	7564	-13.8	6	17	254



a: 36 時間前                      b: 48 時間前                      c: 60 時間前

図9 2014年8月13日捕集ピーク時のNOAAの後方流跡線(高度1,000m付近)



a: 36 時間前                      b: 48 時間前                      c: 60 時間前

図10 2014年8月13日捕集ピーク時のNOAAの前方流跡線(高度1,000m付近)

表6 2014年8月13日の指定気圧面の観測データ(輪島付近: 気象庁データ)

【輪島 2014年8月13日21時】

地上

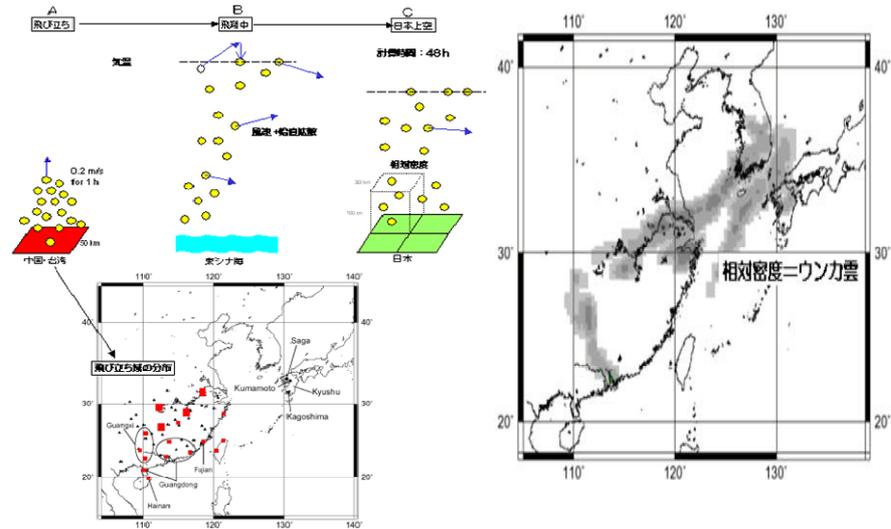
気圧(hPa)	高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1010.7	10	23.8	91	1.9	210

指定気圧面

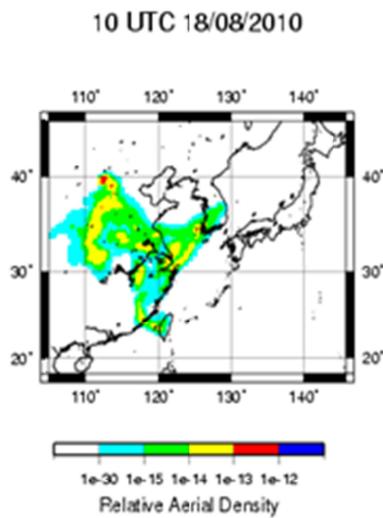
気圧(hPa)	ジオポテンシャル高度(m)	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)	風向(°)
1000	103	23.5	90	1	231
925	784	21.0	72	1	186
900	1022	19.7	75	2	202
850	1513	16.9	85	7	242
800	2028	13.6	87	10	225
700	3141	9.2	14	8	252
600	4402	2.5	87	14	262
500	5862	-4.4	97	21	271
400	7593	-13.2	88	24	263

# ウンカ類(農業害虫)のリアルタイム飛翔予測

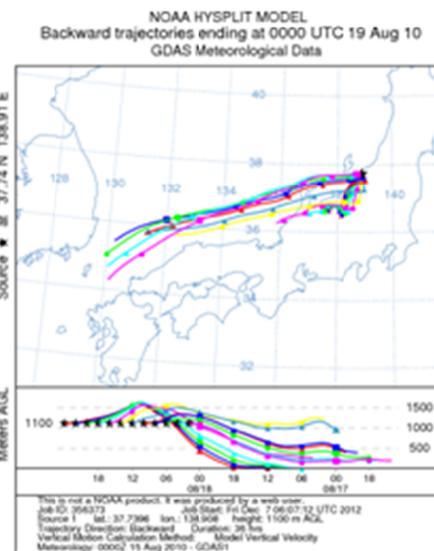
(農研機構, 中央農研, 九州沖縄農研, 日本原子力研究開発機構: 共同研究事業)



## 解析 ウンカの発生と気流の流れ



2010年8月16日～18日  
ウンカのリアルタイム飛来予測



2010年8月17日～19日

<参考>

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構），中央農業総合研究センター（中央農研），九州沖縄農業研究センター（九州沖縄農研），日本原子力研究開発機構の共同研究