

韓国におけるイネウンカ類の飛来侵入実態と 関連気象要因*

寒川 一成¹⁾・嚴 基白²⁾・崔 鎮文²⁾

(¹⁾九州農業試験場・²⁾韓国農業技術研究所)

Overseas immigration of rice planthoppers into Korea and associated meteorological conditions. Kazushige SOGAWA¹⁾, Kibaik UHM²⁾ and Kuimoon CHOI²⁾

(¹⁾Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861-11.

²⁾Agricultural Sciences Institute, Suweon 441-707, Korea)

Overseas immigration of rice planthoppers, the white-backed planthopper (WBPH) and brown planthopper (BPH), into Korea were analyzed based on their daily light-trap data in June and July for 5 years from 1987 to 1991 at 6 locations in the southwest region of the country.

Massive immigrations start in late June to early July in Jeju Island (Namjeju), middle July in the south part (Hainam, Hadong, Kwangsan), and late July in the middle part (Soecheon, Yangju) of the Korean Peninsula. The percentage of BPH in the migrant planthoppers declined sharply toward the middle part.

Of 34 immigration surges detected as light-trap catch peaks, 22 surges were associated with the low level jets (LLJ) which developed in the south of the frontal system (Baiu front) bearing depressions, indicating the essential role of the LLJs in the long-range displacement of the planthoppers into Korea as well as into Japan.

Three types of LLJs were mainly involved in the overseas immigrations into Korea, namely the East China Sea- (ECS), Japan Sea- (JS), and Yellow Sea type (YS). ECS-LLJs, which extended from China to Japan crossing the East China Sea, were mainly responsible for the earlier immigrations into Jeju Island as well as into Japan. Immigrations into the south and middle parts of the Peninsula were associated respectively with the JS-LLJs, which extended into the Japan Sea through Tsushima Strait, and the YS-LLJs, which developed over the Yellow Sea to the Peninsula. The latter two types of LLJs appeared in middle to late July, during the late and post Baiu period in Japan.

The 24-hours back-trajectories of LLJs from Namjeju and Kwangsan, in the southern part of the Peninsula, reached as far as the lower Yangtze River region, being potential source areas of WBPH. The same 48-hours trajectories ending in the areas ranged 110° - 120° E and 20° - 30° N in south China, where not only WBPH but BPH can emigrate in July. About half of the 48-hours back-trajectories from Yangju also reached to the south of 30° N.

韓国におけるイネウンカ類, トビイロウンカ, *Nilaparvata lugens* (STAL) とセジロウンカ, *Sogatella furcifera* (HORVATH) の発生, 被害に関する記録は古く, 西暦18年から残されているが (PAIK, 1977), 日印交雑の多収性品種の多肥栽培が普及された1970年代から, 南西沿岸地域で被害が多発し, 1973, 1975, 1978に大発生し重要

な水稻害虫になった (LEE and PARK, 1977; CHOI, 1984)。1970年代中期には, トビイロウンカ抵抗性品種の育種も試みられたが (CHOI et al., 1979), 殺虫剤による防除が普及している。日本, 中国でイネウンカ類の長距離移動が明らかにされた後, 海外からの韓国への飛来実態の解析が試みられ, 朝鮮半島付近を通過する前線や低気圧と飛来との関連が指摘されている (韓国気象庁, 1982; UHM et al., 1988)。

* 本研究は国際事業団の個別専門家派遣事業にもとづき1993年11月9日から12月7日まで韓国農村振興庁農業技術研究所で実施した共同研究の成果である。

年からイネウンカ類の組織的な発生予察を実施するために全国151カ所に予察灯を設置し、日別誘殺資料を収集している。今回それらの資料を利用し、イネウンカ類の海外から韓国への飛来実態と、飛来侵入をもたらす気象要因を解析し、九州における既往知見との比較を試みた。

材 料 と 方 法

予察灯資料：韓国の南西沿岸地域から Fig. 1 に示した6地点、南済州 (Namjeju)、海南 (Hainam)、光山 (Kwangsansan)、河東 (Hadong)、舒州 (Soecheon)、楊州 (Yangju) を選び、これらの地点における1987～1991年6～7月のトビイロウンカとセジロウンカの日別誘殺資料から、各年次の飛来時期、飛来量の年次間と地点間の変動、および各年次の飛来波を調査した。また、1987～1990年6～7月の九州農業試験場 (福岡県筑後市) 予察灯資料も比較のために用いた。



Fig. 1. Light-trap sites in Korea and Japan.

気象資料：飛来時の気象要因の分析には、日本気象庁が編集した地上および850hPa等圧面天気図、および地上高層実況気象報TTAA部の数値情報を利用した。

下層ジェット気流の解析：渡邊ら(1990)が開発したコンピュータプログラム、LLJETを用いた。本論では梅雨前線南側の850hPa面に出現する時速20ノット以上の強風域を下層ジェット(LLJ)とみなした。

流跡線解析：日本気象協会が開発した850hPa面気流解析プログラムを用いた(日本気象協会, 1987)。後退流跡線の解析開始時刻は、便宜的に誘殺ピーク時期の午後9時とした。解析終了時刻は、日没直後に水田から飛び立ち上空に浮動するウンカの密度が午後9時頃に最高になり(RILEY et al., 1991)、この頃を上層気流に捕捉された個体が長距離移送されると考えられることから午

後9時とし、24ないし48時間後退した場合の流跡線の到達地点を求めた。

結 果

1. 韓国における6～7月のイネウンカ類の誘殺概況

朝鮮半島の南約100kmの東シナ海上にある済州島では、6月上旬から誘殺が認められる年もあるが、通常6月末～7月上旬頃から誘殺数が増加し、7月中下旬が最多誘殺時期になる。半島南西部の海南、河東、光山では7月2半旬頃から誘殺数が増加し、7月中～下旬にピークに達する。北緯36度以北の黄海に面する舒州と楊州での最多誘殺時期は7月下旬であった(Fig. 2)。

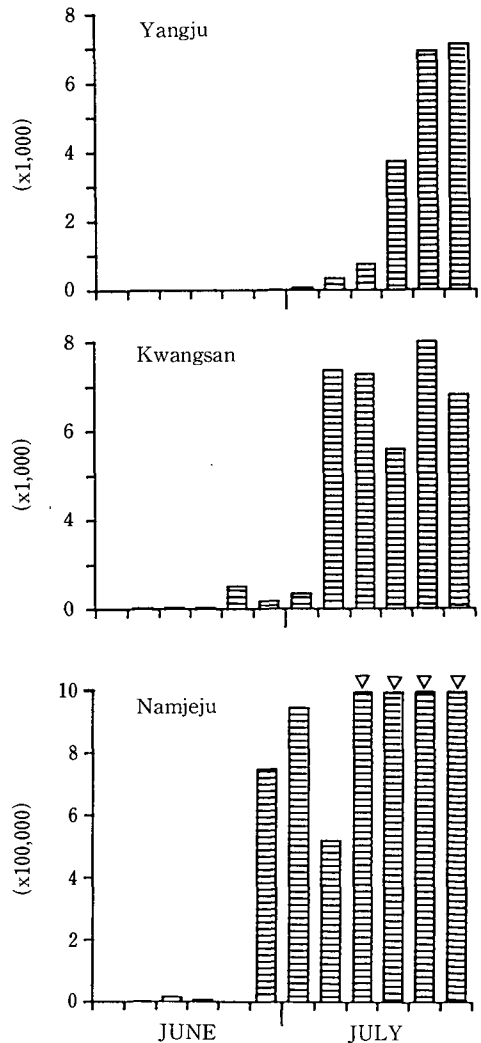


Fig. 2. Differential patterns of light-trap catches of WBPH at 3 locations at different latitudes in Korea. Each column indicates the total number of WBPH catches for every 5 days. The columns marked with ∇ are over-ranged.

Table 2. Light-trap catch peaks of WBPH and BPH at 6 locations in Korea in 1987 to 1991.

Catch	peak	periods	Relative numbers of light-trap catches at 6 locations													
			Species	Namjeju	Hainam	Kwangsan	Hadong	Soecheon	Yangju	Species	Namjeju	Hainam	Kwangsan	Hadong	Soecheon	Yangju
1	1987	June 4-7	WBPH	+++	+	+	+	+	-	BPH	+	-	-	-	-	-
2		July 2-5	WBPH	+++++++	+	+	++	+	+	BPH	+++	+	-	-	-	-
3		July 6-9	WBPH	+++++++	++	++	+++	++	-	BPH	+++	+	+	+	-	-
4		July 11-14	WBPH	+++++	+++	++	+++	++	+++	BPH	+++++	+	+	+	+	+
5		July 17-23	WBPH	+++++++	++	++	++	*	+++	BPH	+++++	+++	-	+	-	-
6		July 24-26	WBPH	+++++++	++	+++	+++	*	+++	BPH	+++++	++	++	+	-	-
7		July 30-31	WBPH	++	++	+++	+++	*	+++	BPH	+	++	++	+	-	-
1	1988	June 23-24	WBPH	+++	++	-	+	-	-	BPH	++	-	-	+	-	-
2		July 1-3	WBPH	++	+	+	+	+	-	BPH	+	+	-	-	-	-
3		July 4-12	WBPH	++	+	++	++	++	+++	BPH	+	+	+	+	-	-
4		July 13-17	WBPH	+++++	+	++	++++	++	++	BPH	+++	+	+	+	+	-
5		July 19-23	WBPH	++	++	+++	+++	++	++	BPH	+	+	+	++	+	-
6		July 27-31	WBPH	+++	+	+	+	+	+	BPH	++	-	-	-	-	-
1	1989	July 8-14	WBPH	+++++	+	+	+	+	+	BPH	+++	+	-	+	+	-
2		July 15-17	WBPH	+++++	+	++	++	+	++	BPH	+	-	-	-	-	-
3		July 25-27	WBPH	+++++++	+++	-	+++	*	++	BPH	++	-	-	-	-	-
4		July 29-30	WBPH	++	++	+++	+++	*	+	BPH	-	-	+	+	-	-
1	1990	June 14-15	WBPH	++++	+	-	+	*	-	BPH	+	-	-	-	-	-
2		June 27-28	WBPH	+++++++	+	-	++	*	-	BPH	+++	-	-	-	-	-
3		July 1-2	WBPH	+++++	-	+	+	*	-	BPH	+	-	-	-	-	-
4		July 5-7	WBPH	+++	++	+	+	*	++	BPH	+	-	-	-	-	-
5		July 8-12	WBPH	++	++	+++	+++	*	++	BPH	+	++	-	-	-	-
6		July 14-16	WBPH	++	+	-	+++	*	++	BPH	+	+	-	+	-	-
7		July 18-19	WBPH	+	+	++	+++	*	+++	BPH	++	-	+	+	-	-
8		July 21-22	WBPH	+	-	+++	++	*	++	BPH	++	+	+	-	-	-
9		July 24-26	WBPH	-	-	+++	++	*	++	BPH	-	-	+	-	-	-
10		July 29-31	WBPH	-	-	++	++	*	++	BPH	+	-	-	-	-	-
1	1991	July 1-2	WBPH	++++	+	+	++	++	-	BPH	++	-	-	-	-	-
2		July 4	WBPH	++	+	++	++	+	-	BPH	+	-	+	+	-	-
3		July 6-10	WBPH	+++	++	+++	+++	++	+	BPH	++	+	++	+	-	-
4		July 12-15	WBPH	+++++	++	++++	++	++	+++	BPH	++	+	++	+	+	-
5		July 17-20	WBPH	+++++	++	+++	+	++	++	BPH	++	+	++	-	-	-
6		July 25-28	WBPH	++	+	++	++	++	++	BPH	+	+	+	+	+	+
7		July 30-31	WBPH	+++++	+++	+++	++++	++	+++	BPH	++	++	++	++	-	+

Note: Number of + indicates the number of figures of light-trap catches at each peak period, and - indicates there was no catches. Asterisk indicates data are not available.

Table 1. Relative amounts of light-trap catches in June and July from 1987 to 1990 at 5 locations in Korea and Chikugo in Japan.

	Namjeju	Hainam	Kwangsan	Hadong	Yangju	Chikugo
Total	100000	44	63	168	63	340
BPH	100000	35	61	171	64	284
WBPH	100000	380	130	80	2	2550
% of BPH	2.49	21.89	5.14	1.18	0.07	18.66

南済州における1987~1990年6~7月のイネウンカの総誘殺虫数は突出して多く、筑後における同期間の総誘殺虫数の約300倍であったが、韓国南西沿岸地域での総誘殺虫数は、筑後の約1/2~1/8であった (Table 1)。また筑後で誘殺された両種ウンカに占めるトビイロウンカの割合は約19%であったが、その割合が約22%であった韓国の最南西端の海南以外の地点では5%以下で、特に最北に位置する楊州では0.1%以下であった (Table 1)。

各地点間でほぼ同調した飛来侵入を示唆する34次のセジロウンカの誘殺ピークを検出した (Table 2)。誘殺虫数が最も少なかった1989年の誘殺ピーク数はわずか4であったが、他の年次には6~10の誘殺ピークがあった。

2. 飛来に関連した気象要因

34の誘殺ピークの内、24ピークは停滞前線の低気圧または前線を伴った低気圧が、朝鮮半島と対馬海峡付近を通過する時期に、さらにその内の22の誘殺ピークは、前線南側の850hPa気圧面を中国大陸から九州・朝鮮半島方面へ吹走するLLJが出現した時に観察された (Table 3)。これらLLJは吹走域の特徴から、南海型(SO)、東シナ海型(ECS)、日本海型(JS)、黄海型(YS)の4つのタイプに区分できた (Fig. 3)。

楊子江流域から東シナ海を横切り九州に達する東シナ海型LLJは、韓国南部、特に済州島での7月上旬までの8次の誘殺時に見られた。東シナ海から日本海に向か

Table 3. Synoptic weather factors associated with light-trap catch peaks of rice planthoppers.

Catch peaks			Front	Low	LLJ ¹⁾	Others ²⁾
1	1987	June 4-7	+	+	-	-
2	July 2-5	+	+	ECS	-	
3	July 6-9	+	+	ECS	-	
4	July 11-14	+	+	JS	-	
5	July 17-23	+	-	SO	-	
6	July 24-26	+	+	JS	-	
7	July 30-31	+	+	-	T8708	
1	1988	June 23-24	+	+	SO	-
2	July 1-3	+	+	-	-	
3	July 4-12	+	+	JS	-	
4	July 13-17	+	+	JS	-	
5	July 19-23	+	+	SO	-	
6	July 27-31	+	+	-	H	
1	1989	June 8-14	+	+	ECS	-
2	July 15-17	+	-	-	-	
3	July 25-27	-	+	-	-	
4	July 29-30	-	-	-	T8911	
1	1990	June 14-15	+	+	ECS	-
2	June 27-28	+	+	ECS	-	
3	July 1-2	+	+	ECS	-	
4	July 5-7	+	+	YS	-	
5	July 8-12	+	-	-	T9007	
6	July 14-16	+	+	JS	-	
7	July 18-19	+	+	YS	-	
8	July 21-22	+	-	-	H	
9	July 24-26	+	+	-	-	
10	July 29-31	-	-	-	H	
1	1991	July 1-2	+	+	ECS	-
2	July 4	+	+	ECS	-	
3	July 6-10	+	+	JS	-	
4	July 12-15	+	+	YS	-	
5	July 17-20	+	+	YS	-	
6	July 25-28	+	+	YS	-	
7	July 30-31	+	+	-	T9107	

Note: + = presence, - = absence. 1) Types of LLJ; ECS = East China Sea-type, JS = Japan Sea-type, YS = Yellow Sea-type, SO = South Ocean-type. 2) T = typhoon, H = high.

う日本海型LLJと、黄海を渡り朝鮮半島に到る黄海型LLJは、半島中部の楊州を含む韓国各地の7月中旬以降の誘殺ピーク時期に主に出現し、それぞれ6および5次の誘殺ピークと関連していた (Fig. 4)。特に1991年7

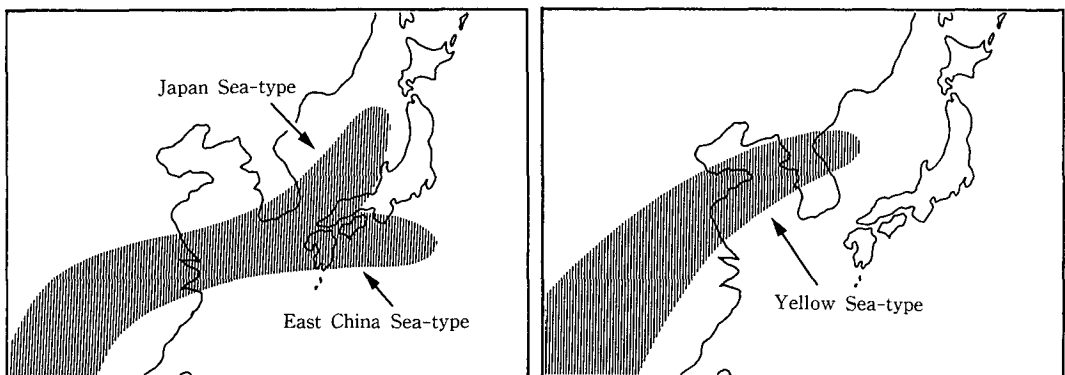


Fig. 3. Typical patterns of LLJs associated with overseas immigrations of rice planthoppers into Korea.

月中旬以降の誘殺時期に黄海型 LLJ が顕在した。3回の誘殺ピークは日本の南海上に強風域が遍在する南海型 LLJ とともに出現した。

7月中下旬の4次の誘殺ピークは、朝鮮半島付近に接近した台風の影響を強く受けた風系の中で記録された。また、太平洋高気圧や北系の高気圧の影響下での誘殺ピークが3回認められた。

3. 流跡線解析による飛来源の推定

主要な20の誘殺ピーク時期について、850hPa面の気流の流跡線を求め、ウんカの飛来源地域と飛来ルート

を推定した (Fig. 5)。南済州または光山からの後退流跡線の大部分は24時間で安徽省と江蘇省に、一部が北緯30度以南の浙江省および江西省北部に到達し、48時間で福建省、江西省、湖南省、広東省を含む東経110~120度、北緯20~30度の中国華南水稻二期作地帯に到達した (Fig. 6)。同様に楊州から48時間後退した流跡線の約半数は東経115~120度、北緯20~25度の江西省を中心とする地域に到達したが、他の半数は黄海や渤海沿岸付近に留まった (Fig. 6)。

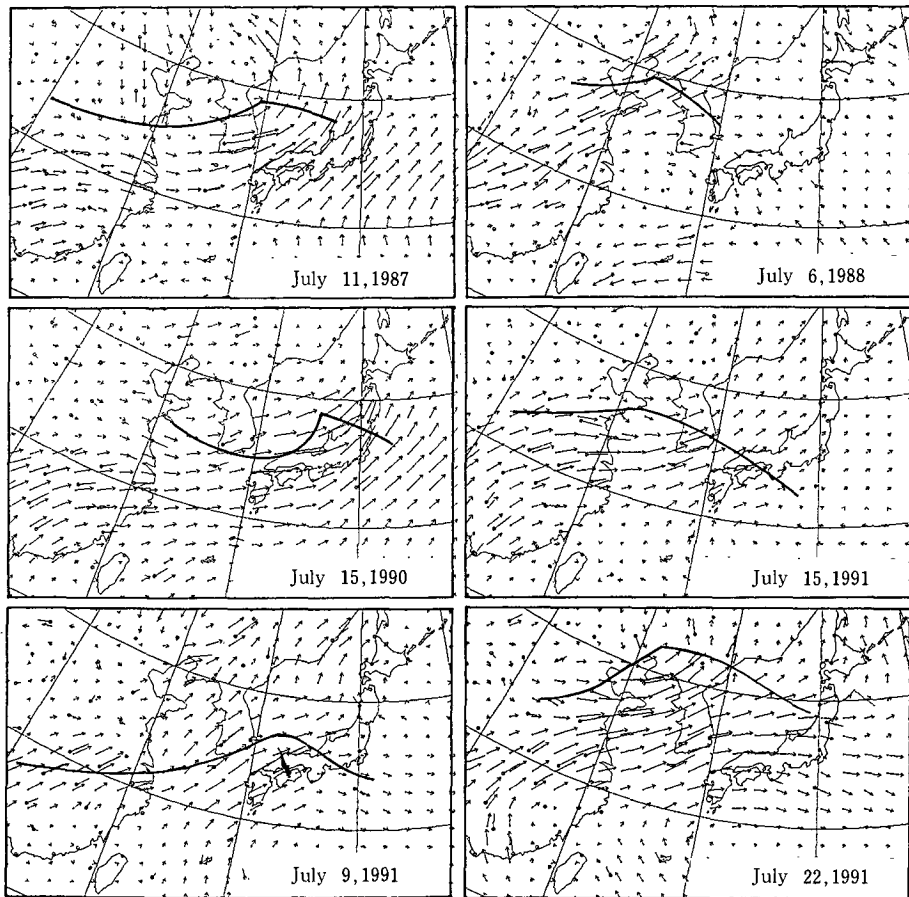


Fig. 4. Examples of the Japan Sea-type (left) and Yellow Sea-type (right) of LLJs. The wavy lines in each figure indicate the frontal systems.

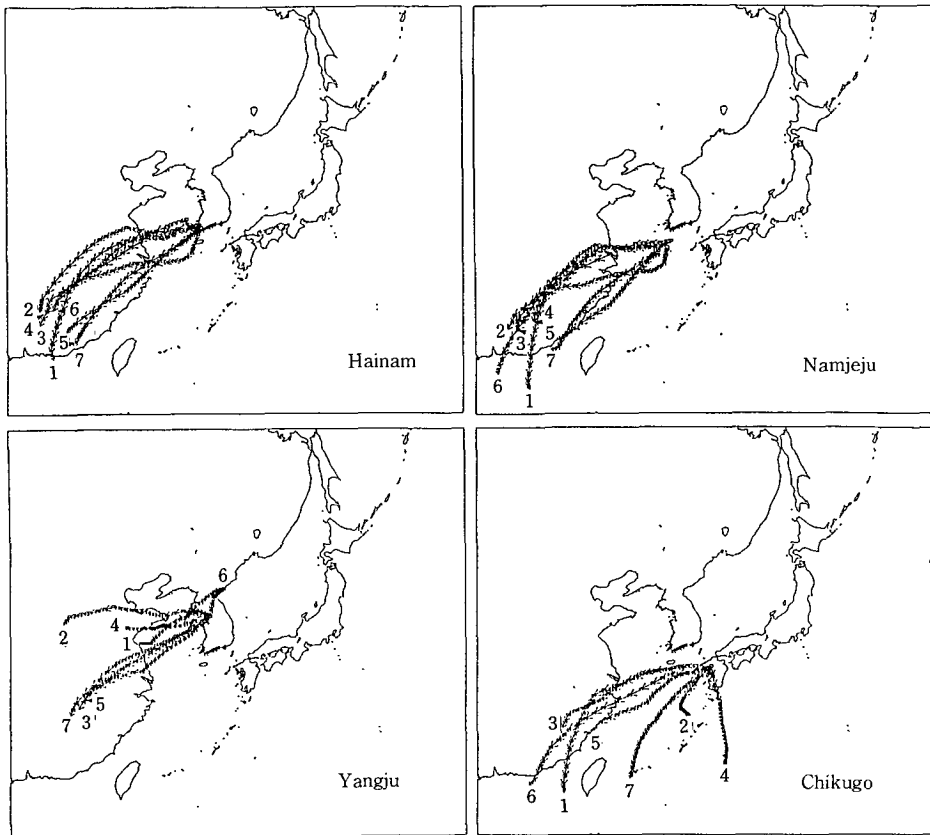


Fig. 5. Examples of the 48 hours back-trajectories of LLJs started at 21:00 p. m. from Hainan, Namjeju and Yangju in Korea and Chikugo in Japan.
 1=July 4, 1987; 2=July 11, 1987; 3=July 2, 1988; 4=July 25, 1989; 5=July 19, 1990; 6=July 2, 1991; 7=July 10, 1991.

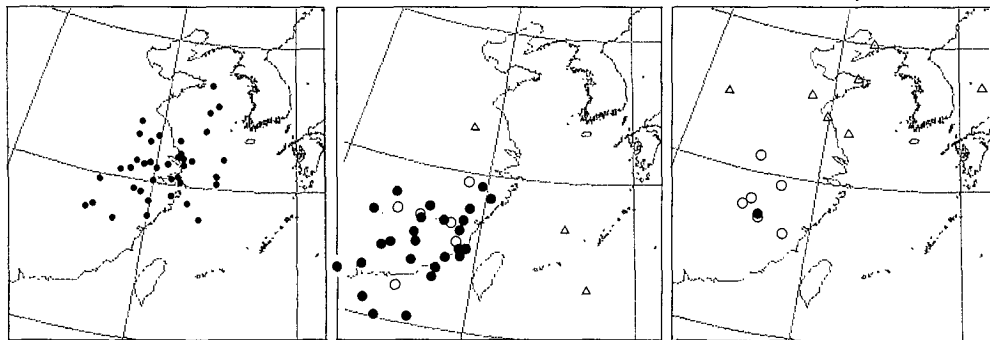


Fig. 6. Terminal points of the back-trajectories of LLJs associated with immigration of rice planthoppers into Korea.
 Left: 24-hours back-trajectories from Namjeju and Kwangsan.
 Middle: 48-hours back-trajectories from Namjeju and Kwangsan.
 Right: 48-hours back-trajectories from Yangju.
 Large open circle: LLJs transported only WBPH.
 Large closed circle: LLJs transported both WBPH and BPH.
 Triangle: Trajectories failed in reaching the potential emigration areas.

考 察

熱帯アジアで周年発生するイネウンカ類は、南西モンスーンの北半球への進出とともにインドシナ半島北部一帯から移出し、中国南部の水稻二期作地帯の第1期作水稻(早稲)で増殖した個体群が、さらに東アジア中緯度地帯の夏期稲作地帯へ大規模な移動分散を繰り返している(SOGAWA and WATANABE, 1992)。筑後におけるウンカの飛来最盛時期は、梅雨期の降雨最多時期に当たる6月下旬～7月中旬である(寒川・渡邊, 1989)。韓国の済州島でも6月末から多飛来するが、半島南部では7月中旬、中部では7月下旬から誘殺数が顕著に増加し、韓国におけるウンカの飛来最盛時期は、九州よりも1～2週間遅れていた。同様な事実は1981～1987年の誘殺資料を解析した UHM et al. (1988) も指摘している。九州と韓国におけるウンカの飛来時期のずれは、梅雨(韓国では長霖)前線の南側の南西気流域でウンカが長距離移動していることから(KISIMOTO, 1971)、前線帯の季節的推移と関係している。九州の平年の梅雨時期は南部で6月2日から7月13日、北部で6月8日から7月18日であるが、韓国の長霖期間は南部で6月24日から7月20日まで、中部では7月末までとされている(LEE, 1975)。

UHM et al. (1988) は、1981～1987年の6～7月に韓国148ヵ所の予察灯に誘殺されたトビロウンカの日別総誘殺虫数資料から、飛来侵入を示す28次の誘殺ピークを抽出し、その内12のピークは梅雨前線が朝鮮半島中部に停滞し、その上を低気圧が東進する時に出現していることを見いだしている。わが国ではウンカ類の飛来侵入と LLJ との密接な関連性が実証されている(SEINO et al., 1987)。本研究においても、韓国の予察灯誘殺資料から抽出した34の6～7月の誘殺ピークの内、22のピークは梅雨前線を発達しつつ東進する低気圧と同調した LLJ の出現と一致しており、これらの誘殺ピークが長距離移動をともなった海外からの飛来波であることを示唆した。しかし、台風を含むその他の気象状況下で認められた12の誘殺ピークについては、海外飛来であるか否かの判断はできなかった。

韓国の南部と北部におけるウンカの飛来開始時期の相違は、梅雨前線の北上により LLJ の吹走型の変化に由来した。6月から7月上旬までの韓国南海上の済州島への多飛来は、主として東シナ海を横切り九州へ吹走する東シナ海型 LLJ によってもたらされていた。この型の LLJ は、わが国にもウンカの集中的な飛来侵入をもたらしている(寒川・渡邊, 1991; WATANABE et al., 1991)。東シナ海から対馬海峡付近を通過し、日本海へ吹走する

日本海型 LLJ は、7月中下旬に韓国中南部にウンカの飛来侵入をもたらすと同時に、梅雨末期にわが国の日本海沿岸地域にも飛来をもたらす(WATANABE and SEINO, 1991)。一方、黄海型 LLJ は、7月下旬以降に韓国中北部へウンカの飛来侵入をもたらす LLJ の特徴的な吹走パターンであり、わが国への飛来侵入とは無関係であった。

ウンカの飛来侵入をもたらした主要な LLJ の南済州および光山を起点とする24時間後退流跡線は、セジロウンカが7月下旬に早稲(水稻二期作地帯で3～4月に移植される第1期作水稻)から移出する長江・淮南区(HU et al., 1988)に、48時間後退流跡線は6～7月に多発するセジロウンカとともに(HU, et al., 1988)、7月中下旬にはトビロウンカも移出できる嶺北および南嶺区(CHENG et al., 1979)に到達した。韓国北部の楊州を出発点とする48時間後退流跡線の約半数も、ほぼ同地域内に到達した。従って、韓国に7月中下旬に飛来侵入するセジロウンカは楊子江中下流域以南、トビロウンカは嶺北以南の早稲を飛来源とし、約1～2日かけて800～1800kmの長距離移動をしていることが示唆された。上記飛来源地域は、6月下旬～7月上旬に九州へ飛来するイネウンカ類の中国南東沿岸部に遍在した飛来源(寒川, 1994)よりも、江西省を中心とする内陸部に広がっていた。

摘 要

1. 韓国南西沿岸地域におけるイネウンカ類の海外飛来状況と関連気象要因を調査した。
2. 飛来盛期は、済州島で6月下旬～7月下旬、韓国中南部で7月中下旬に、北部で7月下旬にあり、セジロウンカ主体の数次の主飛来が認められた。
3. 主要な飛来波は、梅雨前線上に発達する低気圧と連動した下層ジェット(LLJ)によってもたらされ、侵入地域の時期的変化は、LLJの吹走型の時期的変化に対応した。
4. LLJの後退流跡線解析により、セジロウンカは楊子江中下流域、トビロウンカは嶺北以南の早稲を飛来源とし、1～2日の長距離移動によって、韓国に飛来していることが示唆された。

引 用 文 献

- 1) CHENG, S., CHEN, J., YAN, L., SI, H., YAN, L., CHU, T., WU, C., CHIEN, J. and YAN, C. (1979) Acta Ent. Sinica 22: 1-21.
- 2) CHOI, K. (1984) 韓国におけるイネのウンカ、ヨコバイ類の発生動態に関する研究 学位論文(北海道大学) pp. 212.
- 3) CHOI, S., HEU, M. and LEE, J. (1979) Brown Planthopper:

- Threat to Rice Production in Asia, IRRI : 219-232. 4) HU, G., XIE, M. and WANG, Y. (1988) Acta Ent. Sinica 31 : 42-49.
- 5) 韓国気象庁 (1982) Weather conditions causing immigration of planthoppers, *Nilaparvata lugens* S. and *Sogatella furcifera* H. Meteor. Res. Inst. pp. 186. 6) KISIMOTO, R. (1971) Proc. Symp. Rice Insects. TARC : 201-216. 7) LEE, B. (1975) Geograph. Rev. Japan 48 : 459-484. 8) LEE, J. and PARK, J. (1977) The Rice Brown Planthopper, FFTC : 199-213. 9) 日本気象協会 (1987) 移動性害虫移動予知モデル開発のための気象解析プログラム説明書, 日本気象協会 pp. 80. 10) PAIK, W. (1977) The Rice Brown Planthopper, FFTC : 230-247. 11) RILEY, J. R., CHENG, X., ZHANG, X., REYNOLDS, D. R., XU, G., SMITH, A. D., CHENG, J., BAO, A. and ZHAI, B. (1991) Ecol. Ent. 16 : 471-489. 12) SEINO, H. SHIOTSUKI, Y., OYA, S. and HIRAI, Y. (1987) J. Agr. Met. 43 : 203-208. 13) 寒川一成 (1994) 九農研 56 : 94. 14) 寒川一成・渡邊朋也 (1989) 九病虫研究会報 35 : 65-68. 15) 寒川一成・渡邊朋也 (1991) 九病虫研究会報 37 : 91-94. 16) SOGAWA, K. and WATANABE, T. (1992) Redistribution of Rice Planthoppers and Its Synoptic Monitoring in East Asia. Tech. Bull. No. 131 FFTC pp. 9. 17) UHM, K., PARK, J., LEE, Y., CHOI, K., LEE, M. and LEE, J. (1988) Korean J. Appl. Entomol. 27 : 199-210. 18) WATANABE, T. and SEINO, H. (1991) Appl. Entomol. Zool. 26 : 457-462. 19) 渡邊朋也・清野 裕・北村實彬・平井剛夫 (1990) 九州農試報告 26 : 233-260. 20) WATANABE, T., SOGAWA, K., HIRAI, Y., TSURUMACHI, M., FUKAMACHI, S. and OGAWA, Y. (1991) Appl. Entomol. Zool. 26 : 215-222.

(1994年4月30日 受領)