

벼멸구의 飛來와 氣象과의 關係

Relationship between Some Weather Conditions and Immigration of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal

嚴基白¹ · 朴重秀¹ · 李英仁¹ · 崔鑽文¹ · 李文弘¹ · 李正云²

K.B. Uhm¹, J.S. Park¹, Y.I. Lee¹, K.M. Choi¹, M.H. Lee¹ and J.O. Lee²

ABSTRACT Brown planthopper collection data by 151 light traps located throughout the southern part of Korean peninsula for 7 years from 1981 thru 1987 were analysed with each immigration wave in relation to daily weather charts when the immigration occurred, and summarized as below.

- 1) Most of the main immigration took place during the mid and late July, though there were some variations from year to year.
- 2) Number of the BPH collected at one time, and the number of the area where those immigrants were collected were increased when it occurred closer to the end of July.
- 3) Weather conditions when the immigration took place were divided into 4 types; (a) depression with stationary front passed over the central peninsula (A type, 12 times); (b) depression with stationary front passed over the southern sea (B type, 5 times); (c) stationary front passed over the central peninsula (C type, 7 times); (d) without depression and stationary front (D type, 2 times).
- 4) Whatever the types of the weather, those immigrations started to land from south-west part of the peninsula, and those numbers of immigrants were also greater at those south-western areas.
- 5) When common weather factors were counted from each weather chart of the days when these immigrations took place, presence of wind from south-west was 26 times, presence of stationary front was 24 times, and presence of depression was 17 times out of all 26 cases of immigration.
- 6) Therefore, it could be concluded that the immigration of the BPH into Korea is simply accompanied by the north-easterly flowing air currents, connected from south-east part of China through Korean peninsula. And other factors seem to be related with inducing their landing.

KEY WORDS BPH, migration, weather type

抄 錄 1981년부터 '87년까지 7년간 전국 151개 예찰소에서 유아 등으로 채집한 벼멸구 유살성적을 비례파별로 구분하고 일일기상도와 850mb 천기도를 근거로 비래시기의 기상형태를 검토한 결과

- 1) 벼멸구의 주비래시기는 년도에 따라 차이가 있지만 주로 7월 중·하순이었다.
- 2) 비래량은 7월 하순에 가까울수록 많았으며 비래지역도 넓어졌다.
- 3) 벼멸구 비래가 있었던 시기의 기상은 전선을 동반한 저기압이 우리나라를 통과할 때(A type)가 12회로 가장 많았고, 전선과 저기압이 남해안과 제주도를 통과한 때(B type)가 5회, 전선만이 걸쳐 있을 때(C type)가 7회, 전선과 저기압의 통과는 없을 때(D type)가 2회 기록되었다.
- 4) 어느 비래형태에서나 우리나라 서남지방부터 비래가 있었으며, 이 지역이 비래량도 많았다.
- 5) 비래시기에 기상의 공통점은 850mb 천기도상에서 비래원으로 추정되는 중국 남부지방으로부터 남서풍이 불어오고 있었으며(26회중 26회), 강우전선은 26회중 24회, 저기압은 26회중 17회였다.
- 6) 이상의 결과로 벼멸구는 중국으로부터 남서기류를 따라 이동해 오며 이동하는 과정에서 낙하를 유발하는 조건(전선등)이 있을 때 지상으로 떨어지는 것으로 생각된다.

檢 索 語 벼멸구, 비래, 기상형태

1 농업기술연구소 곤충과(Dept. of Entomology, Agricultural Science Institute, RDA)

2 농촌진흥청시흥국(Research Bureau, Rural Development Administration, Suwon, Korea)

벼멸구(*Nilaparvata lugens* S.)는 벼의 主要害虫으로 우리나라에서 越冬하지 못하고 매년 海外에서 飛來하여 發生源을 이루고 있다. 벼멸구가 해외로부터 비래한다는 사실이 確認된 후 (Asahina 1968) 비래근원지, 비래경로, 비래조건, 비래후의 정착 등에 대해 많은 研究가 이루어져 왔다(Cheng 1979, Hirao 1980, Jiang 1982, Kisimoto 1971, 1976, 1982, Park 1973).

벼멸구가 海外로부터 飛來한다는 사실은 Tsuruoka(1968)에 의하여 처음 해상에서 채집된 후 Kisimoto(1971)가 동지나해상과 일본 구주에서 채집하여 비래의 동시성을 확인하고, 당시의 氣象圖를 조사하여 비래근원지, 비래경로 등을 추정비래설을 주장하였다. 벼멸구 飛來時의 氣象特徵은 남쪽에서 따뜻하고 濕氣가 많은 바람이 流入되며, 氣流의 流入은 低氣壓의 통과와 관련이 깊다고 하였다.

또한 飛來時期的 氣象圖를 飛來量의 多少에 따라 4 단계로 구분하고 飛來量이 가장 많은 標準飛來型은 中國의 25—35°N 사이에서 發生한 低氣壓이 우리나라 中部와 日本의 九州中部 사이를 통과할 때이며 그 윗쪽이나 아래쪽을 지나갈 때는 飛來量이 적다고 하고 日本에서의 發生은 低氣壓의 進路와 關係가 깊다고 하였다. 標準飛來型(TYP type)에서는 南西風, 南南西風이 18—40km/h로 9—16시간 지속될 때 飛來가 많다고 하였으며, 飛來量은 前線의 北쪽에서 닳았고 뚜렷한 低氣壓의 통과가 없을 때는 前線가 가까워서 비래가 있었다고 하였다(Kisimoto 1976).

Cheng 등(1979)은 비래근원지로 推定되는 中國內에서의 越冬可能地域을 1月平均氣溫이 12°C 이상인 地域, 즉 北回歸線 南쪽지역으로 보며 年中繁殖區는 中國海南島 以南으로 中國內에서 發生하는 벼멸구로 매년 年中繁殖區로부터 移動하여 온다고 하였다. 移動時期는 第1회가 4月中下旬頃 19°N 以南의 년중번식구로부터 20—23°N의 廣東省, 廣西省 南部, 福建省 南部로 移動하며, 2회는 5月中, 下旬—6年初旬에 海南島北部와 인도지나 반도로부터 廣東省, 廣西省 南部와 南嶺地區로, 3회는 6月中, 下旬에 廣東省, 廣西省 南部로부터 南嶺 以北으로, 4회는 7月上, 中旬에 南嶺地方으로부터 長江 中·下流地

區로, 5회는 7月末에 嶺北과 長江 南部로부터 北쪽으로 移動하며 移動量은 근원지에서 가까울수록 많았다고 하였다.

Jiang(1981)은 飛來時의 氣象特徵을 前線面과 亞熱帶高氣壓型으로 나누고 初期에는 前線面 氣象型이 많다고 하였다. 근원지는 열대 저기압의 영향을 받아 따뜻하고 850mb의 고공에서는 南西氣流가 뚜렷하다고 하였다. 또한 벼멸구 이동은 근원지에서 상승기류에 휩쓸려 상층에 도달한 벼멸구가 南西氣流를 타고 북으로 飛行하게 되며 그 도중 기압골, 기압의 끝, 전선면에서 寒冷구역이나 강우지대를 만나면 地面으로 떨어져 새로운 發生源으로 성장된다고 推定한 바 있다. 벼멸구의 移動時 高度에 대하여 Rosenberg(1983)은 벼멸구의 長距離移動이 高度 10m의 地表面 가까운 바람에 의한 것과 고도 1,500m 상공의 강한 바람에 의한 가능성이 높다고 하였으며, Seino(1987) 등은 移動過程을 Jiang(1981)과 같이 추정하고 상층에 도달한 벼멸구는 하층 jet 氣流에 의해 운반될 가능성이 있으며, 850mb 天氣圖에서 等風速線圖와 等風向圖를 作成하여 기류의 流跡線을 追跡하면 飛來時期的 推定이 가능하다고 하였다. 벼멸구는 하루 중 두 번 飛散을 하며, 長距離를 移動하는 벼멸구는 體속에 脂肪의 함량이 높아 비행을 위한 energy는 주로 脂肪이라고 하며 20—30시간 계속 비행을 할 수 있다고 하였다(Padgham 1983).

우리나라에서는 Park(1973)에 의해 飛來事實이 확인된 후 흰등멸구와 벼멸구는 6월 중순부터 우리나라로 비래하며 低氣壓 通過時에 많은 양이 誘蛾燈에 유살되고, 飛來方向은 西南쪽에서 東北方向이며 山脈과 山脈사이의 평야지에서 많이 發生한다고 하였다. 그후 중앙기상대 기상연구소(Anonymous 1982)에서 1970년부터 1981년까지의 흰등멸구 유살성적과 유살시기의 기상을 低氣壓의 發生區域과 通過地域으로 나누어 分析하고 6월, 7월의 低氣壓이 우리나라와 南部海岸地方을 통과한 回數 中 半以上の 경우 飛來를 수반하며, 특히 동반된 前線의 꼬리가 中國 華南 및 華西지방에 걸쳐 있을 때에 飛來量이 많았다고 하였다. 중국 내륙 35°N 북쪽에서 發生한 低氣壓은 中心에 의한 飛來現象은 거의

없으나 남쪽에서 다가오는 低氣壓은 중심위치가 重要하며 장마전선이 걸쳐 있을 경우 前線 북쪽에서 飛來現象이 많이 나타나고 있다고 하였다.

벼 栽培地域에서 벼멸구가 차지하는 害虫으로서의 비중을 점차 커지고 있으며, 특히 매년 비래하여 오는 지역에서는 發生經過와 적절한 防除對策의 수립을 위하여 飛來源, 飛來時期, 飛來形態, 飛來範圍 등에 대한 情報가 필요하다. 이에 筆者들은 1981년부터 87년까지 全國 151개 豫察所에서 誘蛾燈에 採集된 벼멸구 誘殺資料와 이와 관련된 氣象資料를 分析하여 氣象圖에 나타난 氣象特徵을 分類하였으며 飛來時期와 飛來經路等에 대하여 얻은 結果를 報告하고자 한다. 끝으로 본 分析에 使用된 유아등 유살자료 作成에 도움을 주신 전국농촌지도소 豫찰담당자들과 농촌진흥청 기술보급국작물보호과 關係官들에게 감사드립니다.

材料 및 方法

벼멸구의 誘殺資料는 精確한 자료를 얻기 위해 전국 151개 豫察所에서 매년 4월 15일부터 9월 30일까지 유아 등에 채집된 멸구류를 農技研 昆虫科에서 再分類하여 사용하였다. 매년 7월 31일까지를 飛來期間으로 정하고 그 기간 중 前日까지 採集되지 않다가 갑자기 採集되면서 다른 地域에서도 같이 채집되었을 때 飛來가 있었던 것으로 간주하고 이때의 採集數를 飛來量으로 計算하였다. 飛來量을 그래프로 표시하고 peak를 기준으로 3일을 한개의 飛來波로 하였으며, 계속적으로 채집되어 波의 구별이 明確하지 않을때는 같은 飛來波로 취급하였다. 비래량은 道別로 집계하였으며, 飛來分布는 MAPSYS V14 program(李文弘 1986)을 使用하여 비래지역을 파악하였다.

飛來時 氣象은 氣象月報(中央氣象臺 發行)에서 低氣壓의 通過經路를, 地上 및 850mb 天氣圖(日本氣象廳 發行, 인쇄천기도)와 일일기상도를 참고하여 前線의 有無, 위치 및 低氣壓의 中心 위치를 확인하였으며, 飛來源으로 추측되는 中國 南部地方의 風向을 조사하였다. 기상상태에 따라 비래의 차이를 검토하기 위하여 飛來가 있었던 시기의 低氣壓經路와 前線을 기준으로 4

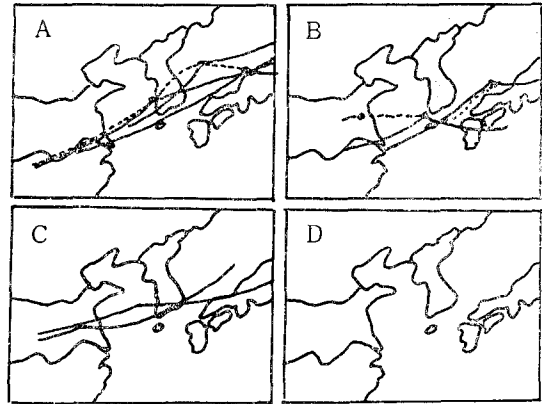


Fig. 1. Types of weather conditions during the BPH main immigration season (1981—1987). A : Depression with stationary front passed over the central Korea B : Depression with stationary front passed over the southern sea C : Stationary front only passed over the central Korea D : Without depression and stationary front

개의 type으로 구분하였다. 그림 1에서와 같이 低氣壓 중심이 前線을 同伴하고 우리나라를 通過한 때를 A type, 前線을 동반한 低氣壓이 남해안 바다를 통과한 때를 B type, 低氣壓은 通過하지 않고 장마전선만 우리나라에 걸쳐 있을 때를 C type, 특별한 기상특징(低氣壓, 前線)이 없을 때를 D type으로 하였다.

結果 및 考察

1981년부터 87년까지 7년간 조사된 벼멸구의 飛來狀況은 그림 2와 같다. 全般적으로 6월에는 飛來量이 적었으며, '83년과 '86년에는 6월 20일 전후로 비래가 있었으나 다른 해에는 대부분이 7월중에 飛來가 있었다. '81년은 7월 상·하순에 각각 한차례씩 비래가 있었으며, '82년은 7월 중·하순에, '83년은 7월 상·중·하순에, '84년은 적은량이 비래되었으며 '85년은 7월 상·중순에, '86년은 7월 중·하순에, '87년은 7월 상·중·하순에 많은 비래가 있었다. 이러한 年度간의 차이는 飛來源에서의 發生狀況과 移動에 必要한 條件이 매년 다르기 때문에 不規則하게 되었던 것으로 추측된다. 그러나 7개년 중 '84년과 '85년 7월 상·중순의 飛來를 제외

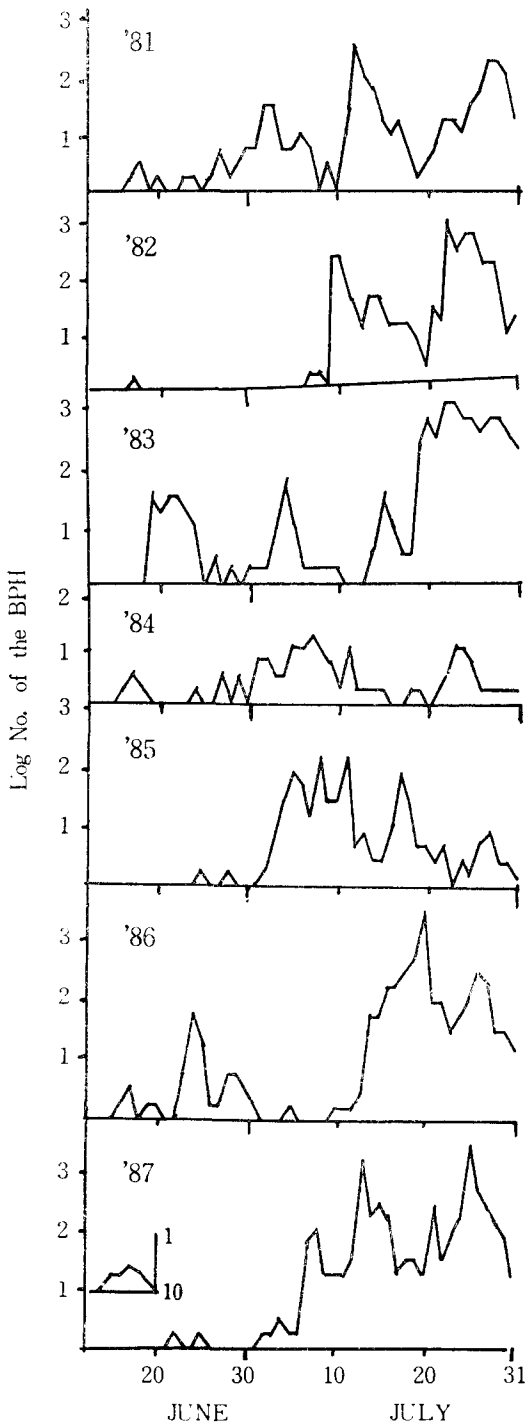


Fig. 2. Number of the Brown planthoppers collected by light traps at 148 forecasting units (excluded F.U in Cheju) during immigration season('81-'87).

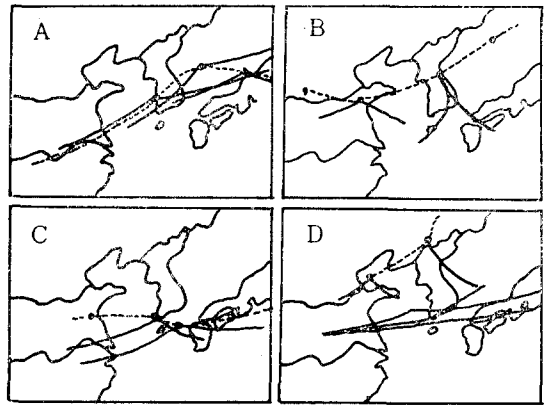


Fig. 3. Typical types of weather conditions on the BPH main immigration day.

- A : 1981.7.12-14(A type)
- B : 1982.7.10-12(A type)
- C : 1982.7.23-28(B type)
- D : 1983.7.19-23(C type)

하고는 매년 7월 중·하순에 많은 량이 비래하였음을 알 수있으며 벼멸구가 大發生하였던 '83년과 '85년에 있어서도 비래상황은 서로 현저하게 다른 것을 알 수 있었다.

표 1은 '81년부터 '87년까지 총 26개 飛來波를 A, B, C, D의 4개형으로 구분한 결과이며, 그림 3은 type별 氣象의 特徵을, 그림 4는 type별 飛來範圍를 나타낸 것으로서 A type은 中國 內陸에서 發達한 低氣壓의 중심부가 우리나라를 지나면서 前線을 同伴하는 것으로 12회가 기록되었으며, 주로 全南·慶南을 중심으로 飛來가 있었고 京畿·江原·忠南·忠北等 中部地方에는 거의 飛來가 없었다. A type의 例로 '81년 7월 12일부터 14일까지 飛來된 것을 보면(그림 3-A, B), 前線을 同伴한 低氣壓의 중심부가 忠南-江原을 지나갔으며, 벼멸구 飛來는 全南이 18個所에서 515마리, 全北 5個所 95마리, 慶南 11個所 47마리, 忠南 4個所 31마리였다. 그 외의 경우도 대부분 비슷하였으나, 全國적으로 飛來가 있었던 경우도 2회 기록되었다. 즉 '85. 7. 8-11일과 '86. 7. 16-21일로 '85. 7. 8-11일의 경우 前線을 同伴한 低氣壓의 중심부가 忠南-江原을 지나갔으며 全南과 慶南에 609마리, 두 지역을 除外한 6個道 13個所에서 15마리가 채집되었고 '86. 7. 16-21일의 경우 19일과 21일경

Table 1. Number of the BPH collected (by the number of light traps) from each provinces during each main immigration days under each weather type

(A type)

Date	Kyung gi	Kang won	Chung buk	Chung nam	Chon buk	Chon nam	Kyung buk	Kyung nam	Che ju	Total
81. 7. 1— 3	1 (1)			11 (2)		64 (11)			5 (1)	81 (15)
81. 7.12—14				31 (4)	95 (5)	515 (18)	3 (3)	47 (11)	9 (2)	700 (43)
82. 7.10—12		2 (2)	1 (1)			443 (16)	7 (2)	137 (5)	3,679 (2)	4,269 (28)
83. 7. 3— 5					5 (4)	19 (6)	6 (2)	61 (7)	13 (2)	104 (21)
83. 7.14—15	2 (1)			8 (7)			2 (1)	30 (4)	2,440 (3)	2,482 (16)
84. 7. 5— 9					2 (1)	45 (9)		9 (6)	7 (1)	63 (17)
85. 7. 4— 6						616 (8)	1 (1)	30 (9)	235 (3)	882 (21)
85. 7. 8—11	2 (2)	1 (1)	2 (1)	4 (3)	4 (4)	582 (15)	2 (2)	27 (8)	33 (3)	657 (39)
86. 7.14—15					1 (1)	96 (8)	4 (2)	41 (7)		142 (16)
86. 7.16—21	19 (7)	20 (5)	28 (1)	35 (9)	112 (10)	4,915 (23)	59 (11)	630 (17)	89 (3)	5,907 (86)
87. 6. 4— 7						17 (6)		1 (1)	2 (1)	20 (8)
87. 7. 5— 7						145 (19)	2 (1)	84 (9)	8,688 (3)	8,859 (32)
Total	24 (11)	23 (8)	31 (3)	89 (25)	219 (25)	7,457 (139)	86 (25)	1,097 (84)	15,140 (24)	24,166 (342)

(B type)

Date	Kyung gi	Kang won	Chung buk	Chung nam	Chon buk	Chon nam	Kyung buk	Kyung nam	Che ju	Total
82. 7.14—15					1 (1)	61 (7)		26 (3)	1,242 (3)	1,330 (14)
82. 7.24—28	3 (2)			4 (2)	39 (4)	651 (20)	6 (5)	1,492 (9)	502 (3)	2,697 (45)
83. 6.19—22					1 (1)	124 (9)		31 (6)	57 (3)	213 (19)
85. 6.27									25,206 (2)	25,206 (2)
86. 6.23—25						115 (12)		7 (3)		122 (15)
Total	3 (2)			4 (2)	41 (6)	951 (48)	6 (5)	1,556 (21)	27,007 (11)	29,568 (95)

에 서로 다른 低氣壓이 全南—慶北地方과 忠南—慶北地方을 지나갔으며 이때 全南, 慶南의 40個 地域에서 5,545마리, 그의 6개도 43개 地域에서 273마리가 채집되었다.

A type 중 濟州地方에 飛來가 많았던 경우가 3회 있었다. '82. 7. 10—12일과 '83. 7. 14—15일에는 低氣壓이 忠南—江原과 京畿北部—江原北

部를 지나갔고 이때 前線의 活動이 弱해져 폐색 前線을 이루고 있으며 그 한쪽 끝이 濟州를 지나갔고 飛來量은 각각 3,679마리와 3,440마리였다. '87. 7. 5—7일에는 低氣壓이 全南—慶北地方으로 지나갔고 濟州에 8,628마리가 飛來하였다.

B type은 총 5회가 기록되었는데 飛來地域은 A type과 비슷하여 全南, 慶南地方에 飛來량이

Table 1. Continued

(C type)

Date	Kyung gi	Kang won	Chung buk	Chung nam	Chon buk	Chon nam	Kyung buk	Kyung nam	Che ju	Total
83. 7. 19—23	15 (7)			15 (7)	31 (8)	3, 127 (22)	28 (7)	439 (16)	32 (2)	3, 687 (69)
83. 7. 24—26	84 (10)	20 (4)	39 (5)	86 (8)	52 (8)	1, 256 (19)	71 (10)	125 (15)	16 (2)	1, 749 (81)
85. 7. 16—18		1 (1)	2 (1)		9 (4)	129 (11)	3 (2)	44 (9)	62 (3)	250 (31)
86. 7. 24—28	19 (6)	1 (1)	1 (1)	22 (6)	42 (11)	554 (20)	35 (8)	252 (20)	96 (3)	1, 022 (76)
87. 7. 9—14	6 (4)	2 (1)		25 (4)	15 (3)	2, 076 (20)	31 (5)	499 (14)	2, 948 (3)	5, 602 (54)
87. 7. 18—22	4 (3)	2 (1)	3 (2)	21 (5)	49 (11)	715 (20)	11 (5)	56 (10)	6, 657 (3)	7, 518 (87)
87. 7. 23—27	2 (2)	4 (2)	40 (1)	34 (4)	25 (6)	3, 979 (20)	5 (4)	458 (13)	111, 913 (3)	116, 460 (55)
Total	130 (32)	30 (10)	85 (10)	203 (34)	223 (51)	11, 836 (132)	184 (41)	1, 873 (97)	121, 727 (19)	136, 288 (453)

(D type)

Date	Kyung gi	Kang won	Chung buk	Chung nam	Chon buk	Chon nam	Kyung buk	Kyung nam	Che ju	Total
81. 7. 25—31	24 (8)	8 (1)	2 (1)	30 (4)	14 (4)	626 (20)	8 (2)	28 (8)	36 (2)	776 (50)
83. 7. 27—30	380 (14)	18 (7)	39 (5)	130 (6)	51 (7)	1, 187 (20)	45 (7)	115 (13)	61 (3)	2, 026 (92)
Total	404 (22)	26 (8)	41 (6)	160 (10)	65 (11)	1, 813 (40)	53 (9)	143 (21)	97 (5)	2, 802 (142)

많았고 그의 지역에는 매우 적은 량이 飛來하였다. 特히 '85. 6. 27일에는 濟州地域에만 25, 206마리가 飛來하였으며, 이때의 氣象은 中國 南部 地方을 通過하여 北上한 熱帶性低氣壓의 중심부가 濟州島를 통과하였다. '82. 7. 23—28일에는(그림 3-C) 특이하게 全南地域보다 慶南地域에 많이 飛來하였는데 이때는 楊子江 北쪽에서 發生한 低氣壓이 南海岸을 지나 日本 北쪽으로 통과하였다.

C type은 低氣壓의 通過가 없으면서 前線만 우리나라에 걸쳐 있었던 경우로 총 7회가 기록되었으며 대부분의 경우 陸地 8個道에서 모두 飛來가 기록되었으나 飛來量은 역시 全南·慶南에 많았다. C type의 例(그림 3-D)로 '83. 7. 19—23일에 低氣壓은 중심이 中國에서 北上하여 滿州로 移動하였고 장마전선단이 우리나라 南部 地方에 東西로 길게 걸쳐있었으며, 이때의 飛來量은 全南 3, 127마리, 慶南 439마리, 그의 地域은 京畿·忠南·全北·慶北의 4個道 29個所에

서 89마리였고, 이어서 7. 25일에는 前線이 점차 北上하였다. '87. 7. 21—23일은 低氣壓의 중심이 滿州쪽으로 지나가면서 前線이 우리나라에 걸쳐 있었고 24—26일에는 濟州 北쪽에 걸쳐 있던 前線이 北上하여 27일에는 忠南—江原에 걸쳐 있었다. 以上과 같은 경우에도 벼멸구는 全國各道에서 飛來가 기록되었다. C type 중 가장 적은 량이 飛來하였던 경우는 '85. 7. 16—18일로 滿州地方에서 南下한 低氣壓의 중심이 東海上으로 빠져 나가면서 17일에 前線이 全南—慶北에 걸쳐 있었다.

D type은 우리나라에 低氣壓이나 장마전선의 영향을 받지 않은 상태에서 벼멸구의 飛來가 있던 경우로 2회가 기록되었는데 2회 모두 C type의 후반부로 장마전선이 지나간 후 기록된 것이었다. 이 경우도 역시 전남지방에 가장 많이 비래하였으며 각 도에서 모두 비래가 기록되었다.

이상을 종합한 것이 표 2로 B type에서는 慶南지방이 全南지방보다 飛來량이 많은 경우가

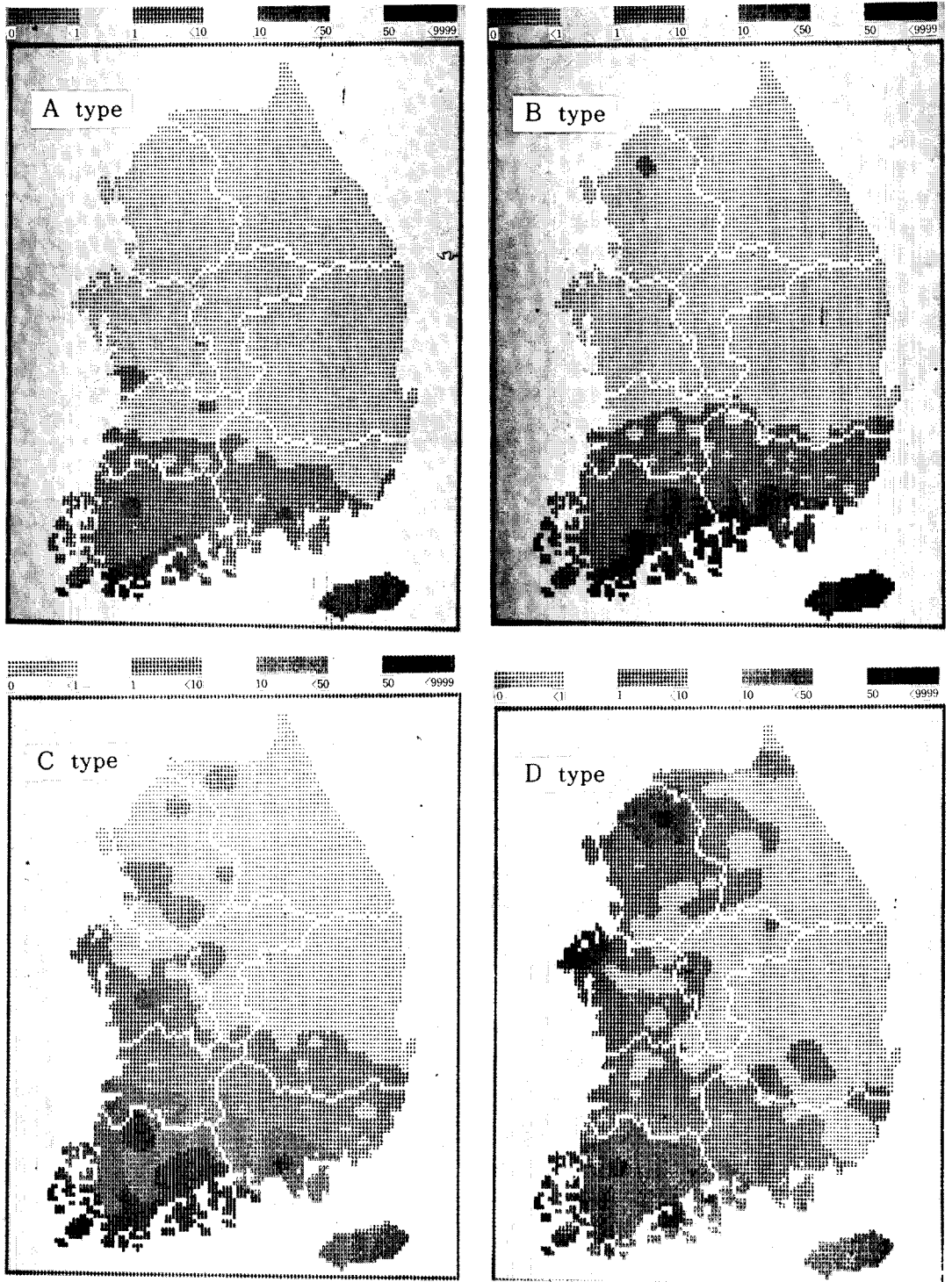


Fig. 4. Distributional map of the BPH with average number of immigrants in relation to typical weather types on the main immigration days.

Table 2. Average number of the BPH collected at each main immigration under 4 different types of weather conditions

Weather types	Chon nam	Kyung nam	Other areas	Cheju	Total
A	621 (82.6)	91 (12.7)	39 (5.2)	1,262	2,013
B	238 (37.1)	389 (60.8)	14 (2.1)	5,401	6,042
C	1,690 (81.3)	268 (12.9)	122 (5.9)	17,390	25,512
D	907 (67.0)	72 (5.3)	375 (27.7)	49	1,403

Figures in parentheses are percentage to the total number of the BPH excluding Cheju.

Table 3. Types of weather conditions during the BPH immigration season from 1981 through 1987

Year	A	B	C	D	Total
81	2	0	0	1	3
82	1	2	0	0	3
83	2	1	2	1	6
84	1	0	0	0	1
85	2	1	1	0	4
86	2	1	1	0	4
87	2	0	3	0	5
Total	12	5	7	2	26

- A : Depression with Stationary front passed over the central Korea.
- B : Depression with Stationary front passed over the southern sea.
- C : Stationary front only passed over the central Korea.
- D : Without depression and stationary front.

Table 4. Common weather factors on 26 main immigration days of the BPH and the range of their arrivals

Type	Wind direction	Area of the depression passed	Front location	Recorded from all provinces /number of occasions
A	S.W. wind	Central part	Central part	2/12
B	S.W. wind	Central part	Southern sea	0/5
C	S.W. wind	Manchuria	Central part	4/7
D	S.W. wind	None	None	2/2

있으나 그외에는 어느 飛來形態에서나 濟州島를 제외한 陸地中에서는 全南지방의 飛來量이 가장 많았다. type별 비래지역은 D type이 全國 151개 예찰소 중 46.2% 지역에, C type은 41.9%, A type은 17.9%, Btype은 14.1%로 D, C type에서는 비교적 넓은 지역에서 채집되고 있었다. 濟州를 除外한 지역에서의 飛來量을 全南·慶南 기타 지역으로 나누어 보면 A type에서는 全南 82.6%, 慶南 12.7%, 기타 5.2%였으며 B type은 각각 37.1%, 60.8%, 2.1%이며, C type은 81.3%, 12.9%, 5.9%, D type은 67.0%, 5.3%, 27.7%로 飛來量의 分布로 볼때 A type과 C type은 매우 비슷하였으며 B type은 慶南지역에, D

type은 기타 지역에 相對的으로 많이 飛來되었던 것을 알 수 있었다. 低氣壓, 前線 以外에 모든 飛來時期에 있어 850mb 天氣圖에서는 비래 근원지로 추정되는 中國 南部地方으로부터 2—3일간 계속 남서기류가 우리나라 상공까지 연결되어 있었던 것이 공통된 현상이었다(표 4).

그림 5는 飛來時期別로 비래 type별 비래량을 表示한 것으로 B type은 비래초기인 6월 하순경에 많고 A type은 이보다 조금 늦은 7월 상·중순에 많으며 C type은 7월 중·하순에, D type은 7월 하순에 기록되었다. 그림 6은 시기별로 비래된 지역수를 표시한 것으로 6월 하순까지는 15個지역 미만으로 적은 지역에서

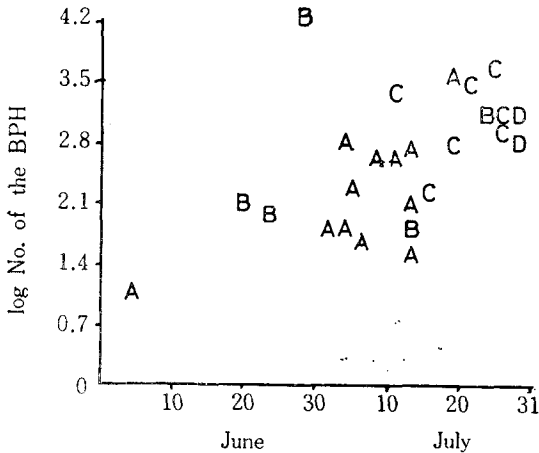


Fig. 5. Distribution of 4 weather types in relation to the day of occurrence, and average number of the BPH in each immigration wave during 1981 through 1987.

채집되다가 7월 상순경부터 범위가 넓어지기 시작하여 7월 하순까지 계속 비래지역수가 증가하였다. 비래시 기상 type별 비래지역수는 C type과 D type의 경우 A나 B보다 훨씬 많았다.

벼멸구와 같이 매년 이동하여 오는 해충의豫察과 防除를 위해서는 해충의 이동狀況을 정확히 파악하게 되면 이후 적절한 對策을 수립할 수 있을 것으로 생각하여 본 연구를 시작하였다. 작은 昆虫이 공기중에 섞여 飛來할 때는 飛來狀態를 직접 관측한다는 것은 매우 곤란하기 때문에 지상에서 trap으로 채집하여 飛來量을 조사하고 飛來時期의 기상을 分析하게 되면 飛來經路, 飛來源의 추정 가능성이 가능하며, 飛來量이 많을 때의 기상 특징이 파악되면 이를 근거로 飛來時期를 豫測할 수 있을 것으로 생각된다.

벼멸구의 이동過程을 飛來 근원지에서 移陸, 移陸後 移動, 差陸으로 나누어 볼 때 移陸은 근원지의 現況으로 이곳에서는 파악이 어렵겠으나 移動過程은 氣象圖에 나타난 氣流의 움직임으로 추정하고 差陸은 그때 그때의 기상특징과 地域別로 誘殺된 數를 근거로 추정이 가능할 것이다.

Kisimoto(1976)에 의하면 日本으로의 벼멸구 비래는 低氣壓의 進路和 관계가 있고, 많은 비래를 하는 標準飛來型(TYP type)에서 低氣壓의 進路는 우리나라 중북부와 日本 九州 사이라고

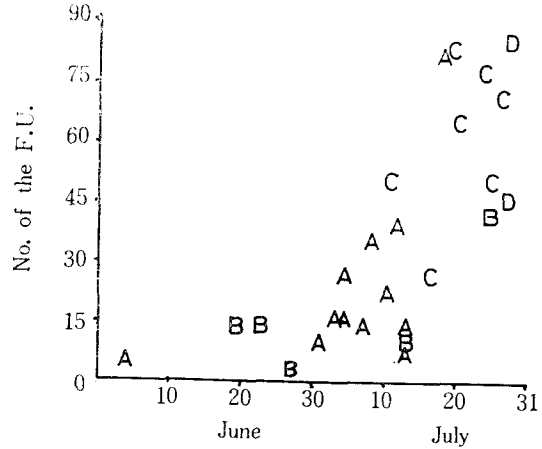


Fig. 6. Distribution of 4 weather types in relation to the day of occurrence, and the number of forecasting units (F.U.) at which the BPH immigration was recorded in each occasions during 1981 through 1987.

하였으며, Park(1973)도 우리나라의 경우 低氣壓의 通過時에 많은 량이 유살된다고 하여 低氣壓 進路의 重要性을 강조한 바 있으나 본 조사에서 벼멸구의 飛來量이 많은 시기에 기상을 低氣壓의 進路和 관련하여 본 결과 전체 26회 飛來波 중 低氣壓이 직접 우리나라를 통과하였던 경우는 A, B type으로 전체의 65%를 차지하고 있으나 저기압이 南部地方을 지났던 B type 외에 저기압이 우리나라 中北部를 통과하였던 A type 중에서도 低氣壓의 進路和 관계없이 남쪽에서부터 飛來量이 많았다는 것은 벼멸구의 비래가 저기압의 중심부와는 직접적인 관련이 없는 것으로 생각된다. 더욱이 低氣壓이 우리나라를 지나지 않았던 C type에서 오히려 飛來波當 飛來量이 가장 많았고 제주도를 제외한 陸地의 지역별 비래량도 全南·慶南에서 많았으며 飛來量 比率에서 全南·慶南·其他地域의 分布가 A type(82.6, 12.7, 5.2%)과 C type(81.3, 12.9, 5.9%)이 매우 비슷하였다는 사실로 미루어 低氣壓의 통과 유무는 벼멸구의 이동과 아무 상관이 없었던 것으로 판단된다. 벼멸구의 비래량이 근원지에 가까운 남쪽지방에 많았던 것은 Cheng(1979) 등이 벼멸구의 비래량은 근원지에서 멀어질수록 감소한다고 한 것과 일치하는 것으로 中國內移動의 現狀으로 생각할 수 있다.

前線과 벼멸구 비래와 관련하여 Kisimoto(1976)는 前線의 北쪽에서 飛來가 많다고 한 바 있고, 우리나라에서(Anonymous 1982)도 장마전선에서는 飛來가 수반되는 경우가 많으며 前線의 북쪽에서 飛來現象이 많다고 한 바 있다. 이는 地上에 前線이 있을 때 高空에서의 전선은 地上에서 보다 북쪽에 위치하게 됨으로 따뜻한 남쪽기류를 타고 날아오던 벼멸구가 찬 기류와 만나지는 점은 地上의 前線보다 북쪽이며, 찬기류와 만나게 되면 낙하하게 되기 때문으로 생각된다.

그러나 본 조사에서는 前線의 위치와 비래범위에 대하여 자세한 分析은 하지 않았으나 飛來時前線이 우리나라의 어느 위치에 걸쳐 있어도 남쪽지방부터 飛來가 많았다는 사실로 보아 꼭 前線의 북쪽에서만 飛來가 되는 것은 아닌 것으로 생각되며 지상의 前線 이외에 벼멸구의 落下에 영향을 주는 다른 요소가 高空에 있을 것으로 생각되어 추후 자세한 검토가 이루어져야 할 것이다.

前線面에서 벼멸구가 落下하기 위한 조건으로 Jiang(1981)은 장마기간중 비래지에서는 기압골이 앞에 있고, 상공에서는 飛來源으로부터 수평 이동기류가 존재하고, 地表 가까이 하강기류가 있을 때라고 하였다. 또한 850mb 等壓面에서는 亞熱帶 高氣壓 연변의 영향하에서 南西風이 불고 하강기류가 발생하고, 地上에서는 低氣壓의 영향을 받고 있을 때라고 하였다. 氣象研究所分析 結果(Anonymous 1982)에서도 中國 內陸에 광범위한 低氣壓이 있고 우리나라에서는 低氣壓이나 前線의 通過가 없어도 高氣壓의 연변에서 계속 南西氣流가 유입된다면 충분히 비래할 수 있을 것이라고 한바 있다. 본 조사결과와 A, B, C type의 경우는 Jiang의 전자에 D type은 후자에 해당하는 것으로 추정된다.

벼멸구가 우리나라까지 移動하여 올 수 있게 운반하는 要因으로 우리나라에 飛來가 있었던 時期의 공통점(표 4)은 4 type 모두 850mb 천기도에서 중국 남부지방으로부터 東北쪽으로 移動하는 기류가 우리나라 상공까지 연결되어 있었던 것으로 벼멸구가 우리나라까지 移動하여 올 수 있게 운반하는 것은 이 남서기류라고 볼 수 있겠다. 즉 벼멸구가 우리나라까지 移動하는 것

은 D type의 경우 오직 南西氣流뿐이며 低氣壓이나 前線等은 南西風에 실려온 벼멸구가 落下하기 위한 조건을 만들어 주는 要因이 되었을 것으로 추정된다. 時期別 飛來形態의 조사결과에서 B type은 飛來初期인 6월 하순경, A type은 7월 상·중순, C type은 7월 중·하순, D type은 7월 하순에 기록된 것과 6월 하순부터 7월 하순까지 후기로 갈수록 점차 飛來地域이 넓어졌다는 것은 우리나라 장마기간중의 기상과 密接한 관계가 있을 것으로 생각된다. 이는 장마기간의 전형적인 현상으로 北太平洋에서 發達한 고기압의 세력이 확장하면서 北上을 하면 남쪽에서 형성된 장마전선이 고기압 세력의 확장에 따라 점차 북상하여 저기압 중심부로부터 동서로 길게 걸쳐있게 된다. 이때 바람은 저기압의 중심부를 향하여 남쪽에서는 남서풍이 불게 되는데 벼멸구는 남쪽에서 불어오는 南西風의 기류를 타고 오는 것으로 추정된다. 또한 A type과 C type의 차이는 저기압의 중심이 우리나라에 있고 없는 것이었으나 飛來量은 C type에서 많았으며(표 2) 훨씬 더 넓은 지역에서 비래가 기록된 것으로 보아 남서기류의 움직임이 저기압 부근에서 차이가 있었을 것으로 추정되나 추후 세밀한 검토가 필요하다고 생각된다.

이상과 같이 벼멸구의 移動過程과 差陸時의 氣象等에 對해 飛來된 지역과 飛來量 및 飛來時期의 氣象을 검토한 결과 벼멸구는 中國南部地方의 벼栽培地帶로부터 南西氣流를 타고 移動하여 오며 低氣壓이나 前線이 우리나라 부근에서 영향을 줄 때 落下하게 되며 高氣壓의 연변에서 南西氣流가 계속 유입될 때도 落下가 이루어지는 것으로 생각된다.

기상도와 관련하여 飛來範圍, 飛來量 等の 豫測과 아울러 벼멸구, 흰등멸구, 멸강나방, 흑명나방 등 飛來害虫들의 生態에 대해서는 앞으로 더욱 검토가 이루어져야 할 것이다.

引用文獻

- Anonymous. 1982. Weather conditions causing immigration of planthoppers, *Nilaparvata lugens* S. and *Sogatella furcifera* H. Meteorological Research Institute. pp. 186.

- Asahina, S. & T. Tsuruoka. 1968. Record of the insects which visited a weather ship located at Ocean Weather Station 'Tango' on the Pacific. *Konchu*. 36 : 190—202.
- Cheng, S.N., J.C. Chen, H. Si, L.M. Yan, T.L. Chu, C.T. Wu, J.K. Chien & C.S. Yan. 1979. Studies on the migrations of brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal. *Acta. Ento. Sinica* 22 : 1—21 (in Chinese).
- Hirao, J. & K. Ito. 1980. Observations on rice planthoppers collected over the East China Sea in June and July, 1974. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 24 : 121—124.
- Jiang, G.H., H.Q. Tan & W.Z. Shen. 1981. The relationship between long-distance northward migration of the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) and synoptic weather conditions. *Acta. Ento. Sinica*. 24 : 251—261 (in Chinese)
- Kisimoto, R. 1971. Long distance migration of planthoppers, *Sogatella furcifera* and *Nilaparvata lugens*. *Symp. Rice Insects Trop. Agric. Res. Ser.* 5 : 201—216.
- Kisimoto, R. 1976. Synoptic weather conditions including long-distance immigration of planthoppers, *Sogatella furcifera* Horvath and *Nilaparvata lugens* Stal. *Ecol. Ent.* 1 : 95—109.
- Kisimoto, R., J. Hirao, Y. Hirahara & A. Tanaka. 1982. Synchronization in migratory flight of planthoppers, *Nilaparvata lugens* Stal and *Sogatella furcifera*. Horvath, in the South-Western Japan Japan. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 26 : 112—118 (in Japanese)
- 李文弘, 宋有漢, 嚴基白. 1986. 해충예찰 전산화에 관한 연구. *농기연시연보* : 355—372.
- Padgham, D.E. 1983. Flight fules in the brown planthopper *Nilaparvata lugens*. *J. Insect Physiol.* 29 : 95—99.
- Park, J.S. 1973. Studies on the recent occurrence tendency of major insect pests on rice palnt. *Sym. on plant Env. Res. in Commemoration of Dr. Kim's 60th birthday.* 91—102.
- Rogenberg, L.J. & J.I. Magor. 1983. Flight duration of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Ecol. Ento.* 8 : 341—350.
- Seino, H., Y. Shiotsuki & Y. Hiran. 1987. Prediction of long distance migration of rice planthoppers to northernkyushu considering low-level Jet Stream. *J. Agr. Met.* 43 : 203—208.

(1988년 9월 10일 접수)