

## 病害虫防除剤の混合使用に関する諸問題

上 島 俊 治

(全購連農業技術センター)

病害虫防除のための農薬散布作業の際に、2種以上の農薬を混合して散布することは、主として省力という面で古くから行なわれてきている。特に果樹関係では農薬の散布回数が多いことから混用問題が重視されてきたし、実際にも混合散布が多かった。戦後水稲関係でもすぐれた新農薬の出現により、積極的な栽培方法がとられるようになり、発生する病害虫にそなえて農薬の散布回数が増加してきたが、そのために省力化という点で農薬の混合使用の場面が多くなってきた。しかしながら農薬の混合使用ということは、単に省力的ということだけでなく、組合せによっては効力を増大させたり、葉害を軽減させたりするプラスの面がある。反面組合せによっては効力を減退させたり、葉害を助長させるようなマイナスの場合があるので注意をしなければならない。このように農薬の混用には重要な意味が含まれている。しかし、現在までの状況では、これらの研究が充分行なわれているとはいえない。数多くの新農薬の出現で、研究がなかなか追いつけない現状である。また、この研究は害虫関係者や病理関係者と化学者が協力しなくては解決しない問題が多いために研究が進まないという一面もあろう。戦後、新農薬の混用問題を中心に三坂らがグループを作り、研究を行ってきたが、新農薬の数が多いにも関わらずその研究の組合せも限られたものであったが、生物研究者、化学者が協同して混用問題を組織的に究明した方法は高く評価されよう。筆者らの研究はこれらの研究とくらべようもない微々たるものではあるが、この機会に日頃考えていること、今迄の種々のデータをもとに混用に関する問題を整理してみたのでここに紹介する。少しでも実際の防除を指導される方々や防除に従事する方々にお役に立てば幸いと思う次第である。

### I 農薬の混用による化学変化について

農薬を混用すると化学変化を起こし、効力が減退したり、葉害をだすようになることがある。その際の化学反応を整理すると次のようになる。

(1) アルカリによる加水分解 アルカリ性の農薬としては石灰ボルドー液、石灰硫黄合剤などがあげられるが、これらを有機燐剤やカーバメート剤と混用すると、有機燐剤などは加水分解して無効物質に変化する。この際重要なことはその反応速度であり、その遅速により実用上混用が可能か不可能かにわかれてくる。TEPP、DDVP、マラソンなどの有機燐剤やNACなどのカーバメート剤は反応速度が速くて、アルカリ剤との混用は不可能であるが、パラチオン、EPN、MEPなどは反

応は中程度で実用的には直前混用すれば、混合散布が可能である。更にMPPやフェンカプトンは同じ有機燐剤でもアルカリに安定であり混用して差支えない。これらの推定並びに実験に当って注意しなければならないことは、実験室内で通常使用しているアルカリ(水酸化ナトリウムなど)の反応速度と農薬のアルカリとでは、同じアルカリでも反応速度が違ってくることがあるということである。久保らはEPN、パラチオンについて実験し、普通のアルカリではEPNは非常に反応速度が速いが、石灰ボルドー液では反応が遅くなり、メチルパラチオンより反応が遅くなると報告している。また田村も同様な結果を報告しているが、久保は有機燐剤の親油基と何らかの関係があるのではないかと考えている。このようなことがあるので、単に実験室で普通のアルカリによる反応速度を調べるだけでなく、実際の農薬についても調べる必要があるが、一般には調製問題などから普通のアルカリで試験されることが多い。また一般に殺ダニ剤関係では、残効性が要求されることから、アルカリとの反応が中程度であっても判定が辛くなり、混用不可となることが多いが、このように使用目的と反応速度を併せて考えて混用の可否を決定することが必要である。

(2) アルカリによる脱塩酸分解 有機塩素系農薬はアルカリ性農薬と混用すると化合物中の一部の塩素がとれて無効物質に変化していく。DDT、BHC、ケルセン、DEP、ジクロロンなどがその代表的な農薬である。同じ有機塩素剤でもドリロンなどはアルカリに比較的安定である。一般にDDT、BHCなどは反応速度が遅い方で実用的には直前混用すれば効果上は問題とならない。

(3) 複分解による分解 有機水銀剤(PMAなど)と有機燐剤(パラチオンなど)混用すると、2分子反応が起り、除々に両者の効力が減退してゆく。この反応速度は普通の混用の場合はあまり問題となる速度ではないので直前混用で問題はないが、自動混合機を用いて濃厚液混用する場合は反応速度が速くなるので注意を要する(第1表)。有機水銀剤と有機燐剤との反応性をみると、水銀剤としてはPMIやPMCが最も安定であり、有機燐剤ではEPN、MEPなどに比べMPPの方が安定である。このような理由から、いもち、ニカメイチュウの同時防除剤として市販されている粉剤の有機水銀基剤は、PMIやPMCが用いられている。

(4) 金属塩の置換による分解 ジネブ剤とカゼイン石灰を混用すると皮ふかぶれを起すことがあるが、これはジネブがカルシウム塩になるからと考えている。またジチオカーバメート剤と銅剤とを混用すると褐色の銅塩

を生ずる。このように金属塩の置換により難溶性の物質に変化して効力を低下させたり、アルカリ土類金属塩の置換により溶解度が增大して薬害が増加する場合はある。

(5) その他の反応による分解 石灰ホルダー液などの銅剤と石灰硫黄合剤をまぜたり近接散布すると、銅は硫化銅に変化して薬害を出したり、効力が減退したりする。従って混用だけでなくこの組合せは前後の近接散布も禁止されている。

II 物理性の変化(劣化)について

農薬を混用すると物理性に変化がおこり、薬害や効力不足の問題を生ずることがある。特に最近使用されている走行式動力噴霧機で自動混合機がついている機種があるが、この自動混合機利用のために濃厚液混合をすると物理性の変化で問題を起すことが多いので注意を要する。

(1) 乳化の安定性 濃厚液混用で特に問題となるのはこの乳化の安定性である。一般に農業乳剤は最終使用濃度に稀釈した場合に乳化が安定となるように処方されているが、濃厚液の場合にも安定とは限らず、更に濃厚液同志の混用になると一層不安定となる。従って、このような場合充分注意して混用することが必要である(第2表~第4表)。濃厚液混用の際、水のかわりにカーベットオイルを利用すると安定となる場合が多い(第5表~第6表)その他には現在の乳剤では混用すると乳化が不安定になる例はない。

(2) 水和剤の懸垂性 最近の例としてサンケル水和剤とBHC乳剤とを混用するとサンケルが凝集し分離し

第1表 濃厚液混用における有機燐剤と有機水銀剤の反応(1964.上島)

殺虫剤	Methyl Parathion (乳)	MEP(乳)	EPN(乳)	MPP(乳)
PMA乳剤 (Hg 3%)	5.5 (56)	4.8 (58)	20 (187)	0.54 (6.5)
PMS乳剤 (Hg 2.5%)	0.56(5.7)	0.46(5.5)	3.8 (36)	
PMF液剤 (Hg 2.4%)	1.4 (14)	0.73(8.8)	4.1 (38)	
PMI乳剤 (Hg 2.5%)	0.0 (0)	0.15(1.8)	0.0 (0)	
ブラネス乳剤			0.0	
MAF液剤	0.0			

(注) 1+1容混合, 30°C 60分, 乳剤は市販品を用いる。但し PMI 乳剤のみ試作品。有機燐剤の分解率(%)と( )内はその分解率から算出した水銀の分解率(%)

第2表 モデル濃度における濃厚液混用の物理的安定性(1964.上島)  
(水2容+各乳剤1容) 27~8°C, 30分

殺虫剤	殺菌剤	E・P	M・P	M	M	マ	N	M	M
		パラチオン(乳)	パラチオン(乳)	乳(乳)	乳(乳)	ラ	乳(乳)	乳(乳)	乳(乳)
PMA (乳)		×	×	×	×	×	×	×	△
PMS (乳)		○	○	○	○	○	△	×	△
PMF (液) 6		×	×	×	×	×	×	○	×
PMI (乳)		△	△	△	△	△	×	×	△
ブラネス(乳)		×	×	×	×	×	×	×	○
MAF (液)		×	×	×	×	×	×	×	
MALS (乳)		○	○	○~△	○~△	○~△	○~△	×	

○ 安定 △ やや不安定 × 分離

第3表 PMA乳剤と有機燐剤の濃厚液混用の物理的安定性(1964.上島)  
30°C 30分の条件

吸口からの吐出倍率		混 合 割 合			有 機 燐 剤				
PMA (乳)	有機燐 (乳)	PMA (乳)	有機燐 (乳)	水	E・パラチオン	M・パラチオン	E P N	M E P	M P P
1,500	1,000	2	3	1	○	×	○	×	×
"	1,500	1	1	1	×	×	×	×	×
"	2,000	4	3	5	×	×	×	×	×
2,000	1,000	1	2	1	○	×	○	×	×
"	1,500	3	4	5	×	×	×	×	×
"	2,000	1	1	2	×	×	×	×	×

(注) PMA乳剤は市販品5種を試験 ○ 安定 △ やや不安定 × 分離を起こす

第4表 PMS乳剤と有機燐剤の濃厚液混用の物理的安定性(1964.上島)  
30°C 30分の条件

吸口からの吐出倍率		混 合 割 合			有 機 燐 剤				
PMS (乳)	有機燐 (乳)	PMS (乳)	有機燐 (乳)	水	E・パラチオン	M・パラチオン	E P N	M E P	M P P
1,500	1,000	2	3	1	○	×	○	×	×
"	1,500	1	1	1	△	○	△	○	○
"	2,000	4	3	5	△	○	△	○	○
2,000	1,000	1	2	1	○	○	○	×	○
"	1,500	3	4	5	○	○	○	○	○
"	2,000	1	1	2	○	○	○	○	○

○ 安定 △ やや不安定 × 分離

第5表 濃厚液2種混用の物理的安定性  
(カーペットオイル使用) (1967. 上島)

殺菌剤	殺虫剤			×1500	×1500	×1500	×2000	×2000	×2500				
	殺菌剤	E	M							E	マ	M	M
		P	・							・	ラ	A	A
		N	パラチオン	パラチオン	ラソン	F	S						
E	B	P	×1000	◎	◎	◎	◎	×	◎				
ブ	ラ	エ	×1000	◎	○	◎	◎	×	×				
カ	ス	ガ	×1000	◎	◎	◎	◎	×	◎				
E	D	D	×1000	◎	◎	◎	◎	×	◎				
ポ	リ	オ	×1000	◎	◎	◎	◎						
M	A	F	×2000	×	×	×	×						

(注) 各種積倍数は噴口からの稀釈倍数を表わし、それに対応する濃厚液混合の試験結果である。  
◎ 透明混合 ○ 白濁混合安定 × 分離

第6表 濃厚液混用の物理的安定性 (1966. 山口ら)  
(カーペットオイル使用)

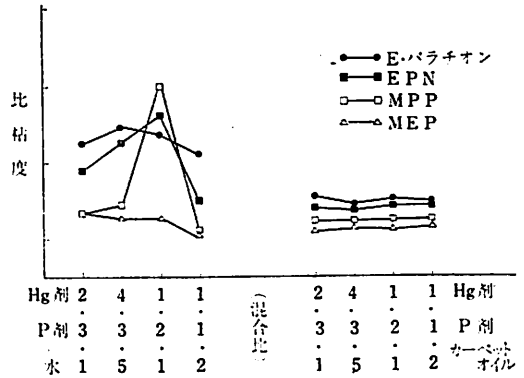
	有		カー	E	M	マ	M	M	E
	ブラ	機							
	ニス	水	ット	・	・	ラ	E	P	P
	・	銀	油	パ	パ	ソ	P	P	N
	水	乳	イ	ラ	ラ	ン			
	銀	(乳)	ル	チ	チ				
	乳		油	オ	オ				
ブ	1,000	1,500	3 : 2 : 1	◎	◎	○	○	◎	◎
	"	2,000	2 : 1 : 1	○	○	○	○	◎	◎
	1,500	1,000	2 : 3 : 1	○	○	◎	○	◎	◎
	"	1,500	1 : 1 : 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	"	2,000	4 : 3 : 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎
水	1,500	1,000	2 : 3 : 1	◎	◎	○	◎	◎	◎
	"	1,500	1 : 1 : 1	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	"	2,000	4 : 3 : 5	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	2,000	1,000	1 : 2 : 1	◎	◎	○	◎	◎	○
	"	1,500	3 : 4 : 5	◎	◎	◎	◎	◎	◎
"	2,000	1 : 1 : 2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	

◎ 透明安定 ○ 白濁安定

て問題を起した例がある。この場合DDTとカ有機機剤、有機水銀乳剤と混用しても懸垂性の変化が認められないが、BHC乳剤だけ特例であった。又空中散布の液剤散布などで、水和剤と乳剤の混用散布するところがあるが、濃厚液混用をすると一般に水和剤の懸垂性が悪くなることが多いので注意を要する。

(3) 溶解・粘度など PCP 用石灰硫黄合剤を調製する際にその調製の順を間違えるとPCPがとけずに困ることがある。この現象はPCPの結晶の外側に水に難溶性のカルシウム塩を形成するためであり、正常な調製の際にもはげしく攪拌するとカルシウム塩を生じてゲル化して、ノズルをつまらせたり薬害を出すこともあるので、攪拌はゆるやかにすることが必要である。また、自動混合機を使用する際、濃厚液混用すると粘度が増加して、正常な稀釈濃度がえられない場合があるので注意を要する。この場合カーペットオイルは有効な稀釈剤とい

えよう。(第1図)



第1図 濃厚液混用の粘度の変化 (1966. 東亜)

### III 生物活性の変化 (化学反応のない場合)

農薬の混用の際化学反応を起こして生物活性に変化を生ずる例については前に述べたが、他面このような化学反応がなくても生物活性を変化させる場合も多い。これらは薬剤間の交互作用によるもので、混用に重要な意味を附加するものが多い。これらはまったく実験により得られる結果であるから、化学反応のように予測することのできない場合がほとんどである。

(1) 効力 [効力の増加] 普通相乗効果と呼ばれているが、マラソンとDDVPをまぜるとツマグロヨコバイに対する効果を増大させるという報告例などがある。この分野は筆者の専門外なのでくわしくは専門書を参考して頂きたいが、最近筆者らの研究部で行なったEBPと殺虫剤の混用による効力増加の成績について参考までに紹介する(第7表~第10表)。この場合に注意すべきことは、対象害虫によって相乗効果に違いがみられることで、一つの害虫だけの試験ですべての害虫に当てはまるのは危険なようである。EBPとEPN、スミチオンとの混用などは毒性の増加はないという報告もあるので積極的にすすめられる混用例ではないかと考える。

【効力の減退】 効力の減退の報告はほとんどないが第8表のEBPとDDTの混用ではツマグロヨコバイに効力が減退する例であり、最近ポリオキシンとブラエスを混用するとポリオキシンの効力が減退するとの報告もでている。

(2) 薬害 [薬害の増加] 混用による薬害の増加事例として、水稲関係ではモンゼット水和剤とパラチオン乳剤、ストレプトマイシンと乳剤類、銅水銀剤と展着剤、有機燐剤などとDCPA剤などがあげられる。前3例は界面活性剤による付着と浸透の変化により薬害が増大するとみられ、DCPAの場合は水稲体内のDCPA分解酵素の酵素作用を有機燐剤が阻害するためである。果樹関係ではリンゴに対するダイアジノン乳剤と石灰硫

第7表 アズキノウムシに対する殺虫剤の連合作用 (1966. 会田ら)

マ	ラ	ソ	ン	○																
D	D	V	P	×	×															
D	E	P	◎	○	×															
M	E	P	◎	◎	◎	×														
E	P	N	×	×	×	◎	○													
ダイアジノン	○	○	×	×	×	×	×													
ジメトエート	×	×	×	×	×	◎	×	×												
C	P	M	C	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×							
N	A	C	○	×	×	◎	◎	×	×	◎	◎									
E	B	P	◎	×	×	◎	○	○	◎	×										
殺虫剤 (殺菌剤)	E・パラチオン	マラソン	DDEP	DDEP	MEPN	ダイアジノン	ジメトエート	CPMC	NAC											

(注) 類似連合作用と仮定して計算する。  
◎ 相乗作用の認められたもの ○ 同や認められるもの  
× 同認められないもの

第8表 EBPと各種殺虫剤の混合剤のツマグロヨコバイ雌成虫に対する致死濃度 (1966. 高橋ら)

薬剤名	単剤のLC-50(A)	EBP混合剤LC-50(B)	A/B
ダイアジノン	0.00191	0.00139	1.37
E P N	0.01084	0.00219	4.95
M E P	0.00743	0.00324	2.29
E・パラチオン	0.00553	0.00348	1.59
D E P	0.03882	0.02018	1.92
D D T	0.00991	0.01452	0.68
B H C	0.03126	0.02168	1.44
E B P	0.01384		

第9表 ニカメイチュウ食入虫に対するEBP混合剤の殺虫効力 (1966. 高橋ら)

薬剤名	単 用		混 用	
	濃 度 (%)	死虫率 (%)	濃 度 (%)	死虫率 (%)
D E P	0.1 0.05	100 79	0.04+0.04 0.02+0.02	100 100
M E P	0.05 0.025	98 100	0.02+0.02 0.01+0.01	83 70
ダイアジノン	0.034 0.017	100 84	0.02+0.02 0.01+0.01	97 100
E P N	0.045 0.0225	100 98	0.02+0.02 0.01+0.01	100 100
E・パラチオン	0.0466 0.0233	97 80	0.02+0.02 0.01+0.01	92 77
B H C	0.1 0.05	100 35	0.05+0.05 0.025+0.025	35 48
E B P	0.096 0.048	44 9.7		

第10表 EBPとBHC, DDT混用といもち病菌胞子発芽 (1966. 山川ら)

薬 剤	胞子発芽率 (%)			付着器形成率 (%)		
	40 ppm	20 ppm	10 ppm	40 ppm	20 ppm	10 ppm
EBP単用	97.9	99.9	99.8	3.3	8.6	2.6
EBP+DDT (1:1)	8.3	69.6	98.4	0	0	0.1
EBP+DDT (1:4)	3.9	70.4	97.6	0	0	0
EBP+BHC (1:1)	2.0	70.4	97.6	0	0.5	0.9
EBP+BHC (1:4)	0.4	66.1	98.5	0	0	12.4
無処理	99.5			17.1		

黄合剤, モレスタンと乳剤類など, ミカンではダイホルタンと乳剤類などが代表例として知られている。また梨ではサイプレックスと乳剤類を混用すると葉害の増加することが知られている。一般に乳剤類を加えると葉害を強めるのは物理的性質, 湿展性, 浸透性などの変化により葉害が増加するものと考えられる。そ葉関係ではモレスタンとサニバー (ウリ類), モレスタンとジネブ (ウリ類)などが代表例としてあげられよう。この場合の原因については不明である。一般的に単剤でも葉害を出しやすい薬剤に乳剤類, 展着剤をまぜると葉害を助長する傾向があるので注意する必要がある。また原因不明で葉害を増大させることがあるので, 新しい農薬について混合使用する際は, 小面積で葉害の有無を確かめた上で広く散布を実施する心掛けが必要である。葉害は品種によってもまた環境条件によっても変わってくるので特に混用では慎重に取扱うべきである。

【葉害の軽減】 混用すると葉害が増大する例ばかりではなく, 逆に効力に変りなく, 葉害の軽減する事例も知られている。水稲関係で有機比素剤と有機水銀剤の混用散布は有機比素剤の水稲に対する生理的悪影響を防ぎ, 増収をもたらすものと推奨されているし, そ葉関係では白菜のなんぶ病防除にストレプトマイシンと銅剤をまぜて散布するとストレプトマイシン単剤の葉害が軽減されることが知られている。こういう混用は積極的にすすめたい混用である。

(3) 毒性 今迄にあまり報告例はないが, FrawleyらのマラソンとEPN混用時の毒性の大幅な増加小島らのマラソンとDDVP混用時の毒性の大幅な増加事例, 東京医科歯科大学のマラソンとDEPの混用時の毒性の著しい増加例 (第11表) の報告がみられる。このように有機燐剤同志を混用すると低毒性の農薬と置いていても, 毒性が10倍・20倍となって危険となることもあるので注意をしなければならぬ。昭和41年にメカルバム剤, MEP剤, EBP剤の3種混用散布をした所, 散布者が中毒したという事例の報告もある。その原因についてはわかっていないが, 今後殺菌剤としての有機燐剤の出現もあり, 有機燐剤同志の混合も今迄以上に多くなると思われるが, 少なくとも混用に当たっての毒性の問題だけは明らかにしておく必要が痛感される。このことは農薬

第11表 DEPとマラソン混用の毒性の増加  
(1966. 東京医科歯科大)  
(マウス使用, データー一部省略)

配 合 比		死 亡 率	
マラソン	D E P	実 験 値	理 論 値
0	1	30	25
1	0	20	25
1	+ 1	100	50
0.67	+ 0.67	100	23
0.45	+ 0.45	100	7
0.3	+ 0.3	100	0
0.2	+ 0.2	70	

関係者の任務と考える。薬害の場合のように毒性が軽減される混用例の報告はまだないが、今後研究する過程でその可能性もなきにしもあらずと考える。

#### Ⅳ む す び

混用についての問題点を整理して、その代表例を簡単にのべたが、化学反応の問題、物理性の変化は比較的簡

単に推論したり、実験で判定することができるが、一番むずかしい問題は化学反応や物理性の変化がなくて、生物活性に変化がある場合である。これはまったく一つ一つの事例について実験により求めなければならない。現在のように新農薬の出現する速度が速い状態では、すべての予想される農薬との組合せについて、対象作物への薬害、効力、毒性など完全に調査の上混用表を作製することはほとんどできない。更に同一の組合せの混用でもある作物には薬害がでるが別の作物には出ない例もあり、混用の問題は複雑であり、一つの混用表では表わせないことも多い。従って今迄に経験のない新農薬の混合散布に当っては、試験場その他の同一作物の病害虫防除の試験例のある組合せに限って使用すべきであり、どうしてもはっきりした試験例のない組合せでの使用の場合は、事前に小規模の試験を行なったのちに使用すべきである。少なくとも薬害の試験だけはやってから大規模に使用すべきである。また有機磷剤同志の混用とか、毒性の比較的高い農薬同志の混用の際には、毒性が相乗的に増加することがあるので、その対策が必要である。

(文献省略)

## セジロウソカの異常飛来について

川 瀬 英 爾

(石川県農業試験場)

ウンカ、ヨコバイの異常飛来は、予察灯にあらわれるものと、野外にあらわれるものと、区別して論議できると思うが、従来の異常飛来は、予察灯を中心にして記述し、気象的に論ぜられたものが多い。たまたま昭和40年にセジロウソカの異常発生があったので、各県に、予察灯に誘殺されたセジロウソカの異常飛来日と数および回数、御教示を願って、多数の資料を入手できた。これらのうち、異常飛来日と回数について、とりまとめたところ、2、3の知見が得られたので茲に報告しておきたい。

本文に入るに先だって、貴重な資料を送付していただいた、全国都道府県各農業試験場の病害虫発生予察関係諸賢に深く御礼を申し上げる。

1 資料のまとめ 各県から送付された資料を、九州・四国・中国・東海近畿・関東東山・北陸・東北・北海道にわけ、予察灯ごとに異常飛来日、飛来数、飛来回数をまとめた。

その結果をみると、それぞれの県で、異常飛来値を定められたもの31県、資料の中から筆者が異常飛来値を選定したもの13県、未報告および、湿式調査のないもの2県に大別できた。この資料での異常飛来値は、ある1夜

に多量の誘殺数があり、その前後は少ないにもかかわらず、その1夜だけがかけはなれて非常に多数誘殺されるという考え方に従ったものと判断した。

また、今まで異常飛来にあまり関係がなかった、山梨県、群馬県、奈良県などは海に面していない県であるところは興味深い。なお、資料の集った予察灯数は241灯で、セジロウソカの異常飛来のあったもの159灯(66%)異常飛来をみとめなかったもの82灯(34%)であった。

2 始期・終期異常飛来日 昭和40年におけるセジロウソカの最もはやい異常飛来は九州地方で起っているが、従来、ある地方での異常飛来は、それ以外の他地方での誘殺数が平年に比して多いかどうか、飛来日が早いかどうかによって判断され、それと関連のある諸県がその状況を把握して発生予察事業に利用していた。そこで、県内の多くの予察灯のうち最初の異常飛来日を始期異常飛来日として最後の異常飛来日を終期異常飛来日としてまとめると第1表に示すごとくである。

昭和40年のようにセジロウソカの始期異常飛来日の早い九州の予想をみのがさないようにしておけばこれと関連の深い各県の予察を適確化することができよう。この始期異常飛来日は九州・中国・北陸・東北と順次変遷し