

本州南岸線に関する一考察

渡 邊 千 尙*

A consideration of the line of demarcation of the
distributon of insects running along the
Pacific coast of Central and West Honshū in Japan

CHIHISA WATANABE

本州中部並に西部の太平洋岸を縦走する年中気温最低の平均（以下“最低の極値”と呼稱） -3.5° **の等温線の示す線域を日本に於ける動植物の一つの重要な分布限界と見做し、之を“本州南岸線”と呼稱していることは周知の事實である。確にこの線域附近が或る種の生物の顯著な分布限界をなしていることは明白な事實であるが、果して之を最低の極値 -3.5° の等温線をもつて表示することは疑義を狭む余地があるように思われるので、ここにいささか私見を披瀝して同學諸彦の批判を乞うこととする。尙本文に入るに先立ち三化螟蟲の分布並に最近の文獻について教示を賜つた石倉秀次博士に深謝の意を表する次第である。

三化螟蟲の分布限界の指標

“本州南岸線”は三化螟蟲 *Schoenobius incertellus* Walker の本邦に於ける分布北限が最低の極値 -3.5° の等温線と一致するという木下・八木⁹⁾の所論に基づいて、木下・河田⁷⁾によつて提唱されたもの故、先づ三化螟蟲の分布北限に就いて検討する必要がある。

日本に於いて山口、廣島、兵庫（淡路島のみ）、和歌山、三重の諸縣にまたがる海岸に沿つた比較的高温な水田地帯が現在の三化螟蟲の分布北限と見做されている^{7) 17)}。最近この北限界の一端をなす山口縣下の分布狀況が詳細に調査された。そしてその報告によれば同縣下の分布狀況は相當複雑で、低温の極値が -8.5° を示す局地にも棲息することが發見され、垂直分布の上限は標高300mの地點であり、分布北限は大體最低の極値 -5.0° 等の温線が描かれるとゆう^{13) 15)}。こゝに最低の極値 -3.5° 線に對する第一の疑義がある。更にもし低温の極値 -3.5° によつて本種の分布が支配されるとすれば、分布の確認された各地の低温の極値はより低いはずがない。ところが九州並に四國に於ける本種の分布が確認された測候所の所在地の低温の極値が -3.5 以下の個所を本邦氣候表（中央氣象台編、1942）より拾つて見ると九州では鹿兒島（ -3.9° ）、宮崎（ -5.0° ）、熊本（ -7.0° ）、大分（ -4.8° ）、佐賀（ -4.5° ）、福岡（ -4.0 ）などがあり、四國では高知（ -5.1° ）、宇和島（ -4.0° ）、松山（ -4.6° ）などがある。又九州並に四國にて本種は海岸から内方に向つて環状或は環礁狀の分布型をなしているが、その内線即ち分布限界は決して最低の極値 -3.5° の等温線が描かれる事實は認められない。翻つてアジャ大陸を見るに本種の分布狀況は未だ詳細に判明していないが、その北限が揚子江の線より北方にあることは確實と見做されている⁷⁾。更に石倉博士の教示によれば、未だ正式の發表はないが、今次大戦中に我が國の昆蟲學者によつて本種が青島、天津兩地區に棲息することが發見された

* 北海道大學農學部昆蟲學教室

** 本文に於ける温度は全て攝氏（ $^{\circ}\text{C}$ ）で示す

由である。それで大陸に於ける分布北限は華北平野の北邊地區にある公算が頗る大きい。周知の如く大陸の冬は低温で、青島、天津の低温の極値はそれぞれ -12.5° 及び -15.9° を呈し、上海でさえ -6.8° を示している。もし低温の極値 -3.5° の等温線を大陸に描くならば、揚子江の線より遙か南方に引かれなくてはならなくて、大陸に於ける本種の分布北限と一致しないようである。以上の事實から見て、最低の極値 -3.5° の等温線をもつて本種の分布北限を指示すること、並にこの温度をもつて分布可否の指標とすることは考慮の余地が多分にあるように思われる。

従来本種の分布限界の指標として、低温の極値 -3.5° の他に、1月、2月、並に兩月の平均気温がそれぞれ 4° 、年最低平均気温 9° などが提唱されている^{8) 15)}。今ここに本種の分布北限に近く、分布が確認されている測候所の所在地の中から數ヶ所を選び、數種の平均気温を示せば第1表の如くである。この表中の日本の各地はいずれも年平均気温 14° 以上、夏期平均気温(5月より10月に至る各月平均気温の平均) 21° 以上、1月、2月及び兩月の平均気温がそれぞれ 4° 以上、年最低平均気温が 10° 以上を示し、従来提唱された指標に抵觸するところがない。これらの平均気温は本邦に於いて相互に高い相關があつて¹⁴⁾、上記の諸温度は殆ど同位を示し、いずれの温度をもつてしても、大體同じ地點が推察出来る。従つて日本に於ける本種の分布の可否が1月の平均気温 4° によつて指示出来るからとて、直ちに分布が冬の低温によつ

第1表 日本並に中國各地の平均気温

地名	平均気温 (°C)						
	全年	夏期	1月	2月	1・2月	年最低	最低ノ極値
熊本	15.5	22.4	4.5	5.3	4.9	10.1	-7.0
大分	15.1	21.5	5.3	5.4	5.3	10.7	-4.8
福岡	14.9	21.5	4.9	5.1	5.0	10.3	-4.0
下關	15.2	21.6	5.3	5.3	5.3	12.2	-3.4
洲本	14.8	22.1	5.3	6.0	5.7	11.8	-3.1
高知	15.6	22.0	4.9	5.1	5.0	11.3	-5.1
松山	14.9	21.7	4.7	4.9	4.8	10.2	-4.6
徳島	15.3	22.1	4.0	4.2	4.1	11.3	-3.3
和歌岡	15.3	22.2	4.8	5.0	4.9	11.2	-3.2
尾鷲	15.2	21.4	5.3	5.6	5.4	10.6	-4.8
青島	12.0	20.9	-1.8	-0.2	-1.0	8.9	-12.5
天津	12.3	21.0	-4.2	-1.1	-2.7	7.4	-15.9
上海	15.7	25.7	3.6	4.5	4.1	12.3	-6.8

備考：本表の気温は中央气象台編：本邦氣候表(1942)による。

て支配されると断定するのは早計のように思われる。一方表中の各地の低温の極値を見るに、

瀬戸内海沿岸の各地や和歌山よりもより南方に位置する北九州の各地や四國の高知の方がかえつて低温を示し、且 -3.5° 以下の個所が見られる。それで低温の極値 -3.5° は本種の分布限界の指標として難点がある。低温の極値は局所的な地形の影響を蒙る程度が大きく*、又氣候 (climate) より天氣 (weather) が強く反映した、毎年唯1回 (時に2回以上の場合もある) が現れわる、極言すれば瞬間的な温度の平均で、他の平均気温とは趣を異にする點に留意する必要がある。表中に挙げた青島、天津の各気温は、夏期を除いた他は日本の北限附近より低温で、冬のみに関係のあるものの相違は特に著しい。これに反して夏期平均気温は兩地共に大體 21° を示し、日本の北限附近と殆ど同一温度であることは注目すべき事實である。

元來南方系の昆蟲類の分布北限を考究するにあつて、冬の低温そのものに余り重點を置き過ぎた傾向が無かつたとは言えないようで、これらの種類が果して冬の低温によつて分布が規制されている點についての吟味が閉却されている觀があり、未だ明瞭且具體的に立證された例は少ないようである。昆蟲の耐寒性や耐凍性の理論は複雑で、その論議は現在に至るもなお止るところなく發展し、又低温死の機構も微妙で、低温死と分布可否の問題も決して簡単に片づけられないことは今更こゝに述べるまでもない^{3) 9)}。一般に北半球に於いて昆蟲類の分布北限は、特に熱帯性の昆蟲が温帯地域に侵入した場合、一應環境の低温に支配される可能性があるとするのは當然なことであるが、その低温を冬期のみ限定し、低温死が唯一の要因であると斷ずることには同意出來ない。夏期即ち發育期の低温も亦決して等閑に附すべきではないと信ずる。即ち世代の斷續が冬に於いて杜絶するような低温地域に到達する以前に分布が阻止される場合も起り得るからである。例えば三化螟蟲と越冬様式に類似點の多い二化螟蟲 *Chilo simplex* Butler の分布北限は北海道の東端地區にあり、しかもその規制の要因は冬の低温よりも發育期の有効積算温度の不足にありというのが専らの定説^{7) 21) 22)} となつてゐることは、三化螟蟲の分布北限を考究する上に極めて示唆に富んだ説であると思われる。因に深谷⁴⁾ が測定した二化螟蟲の越冬幼蟲の體液の氷結點並に過冷却點は1・2月の頃それぞれ $-1.88 \sim -2.50^{\circ}$ 並に $-3.28 \sim -4.36^{\circ}$ であり、八木²³⁾ の測定した三化螟蟲の越冬幼蟲の凍結温度 (氷結點) 並に過冷却温度 (過冷却點) の平均値は2月下旬に於いてそれぞれ -2.762° 並に -4.873° であり、兩種の間に著しき相違は認められないようである。三化螟蟲は本邦にて通常3世代を經過するが、北限附近では主として2世代に終り¹⁸⁾、未だ1世代に終る地域は發見されたことなく、恐らく實在しないものと思われる。上記の事實や本邦に於ける北限附近の平均気温のうち夏期平均気温のみが青島及び天津と殆ど同一温度であることから見て、本種の分布には夏期即ち發育期の環境條件が大きく影響しているという暗示が得られる。そして未だ積極的なことは言えないとしても、發育期に於ける有効積算温度の不足が本種の分布を規制する有力な要因であることは疑う余地がなさそうである。

三化螟蟲は比較的近年に日本に侵入した公算が大きく、最近に於いて盛に分布地域を擴大している傾向が認められる。即ち紀伊半島の東側に於いて1918年には潮岬附近までしか達しなかつたが、次第に北上し、1942年には志摩半島を越えて伊勢平野の南端松坂市附近まで達している^{5) 6)}。又四國にて盛に分布地域を擴大しているという⁵⁾。かくの如く本種の分布北限は未

* 本邦に於ける標高50m以下の測候所64ヶ所を用い、緯度と最低の極値との相関係数 $r=0.851$ 、緯度と年平均気温との相関係数 $r=0.978$ を得た。上記の結果より最低の極値は局所的な地形に影響される程度の大きいことが推察出来る

だ安定の域に達しているものと考えられない。それで現在の分布北限を等温線によつて表示するのは困難な個所があると見なければならず、むしろ現在の分布状況から分布可能限界を想定するのが合理的ではないかと思われる。松島等¹⁵⁾は山口縣に於ける本種の分布状況を調査し、同縣下の垂直分布が既に上限に達したものと推定される數地點を比較検討して、その上限は大體標高 300 m 附近の水田地帯であると判定した。そしてこの標高 300 m 附近の年平均気温を大體約 13.3° と算定し、この温度をもつて本邦に於ける本種の分布可能限界の指標たることを提唱した。この指標は山口縣以外の諸地方の垂直分布の實態が明確に判明していない現在では充分吟味することの出来ないのは遺憾であるが、まことに興味深いものがある。但しこの指標は華北の如き大陸性氣候區にそのまま用うることは不適當で、實際青島、天津の年平均気温はこれより低い。本邦の年平均気温と夏季平均気温の間には極めて密接な相關が認められ、年平均気温 13.3° を夏季平均気温に換算すると約 20.3° となる*。この温度は青島、天津のそれよりも低く、恐らく大陸に於ける分布北限に抵觸することがないものと信ずる。この温度は先に筆者²⁰⁾が提唱したオオ=ジユウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* Motschulsky の分布南限の指標(夏季平均気温 20.5~21.5°)と類似していることは興味ある事實である。又松島等¹⁵⁾は三化螟蟲が將來大平洋側は關東平野の南半、日本海側は福井平野の一部にまで蔓延し得る可能性があるかと推察している如く、この温度を指標とすれば、本種の未だ發生を見ない瀬戸内海沿岸、伊勢平野より關東平野の南部地區に至る各地、並に山口縣の萩市附近より福井平野に至る日本海沿岸各地の水田地帯に傳播する機会があれば、將來定着する可能性があるものと推定される。

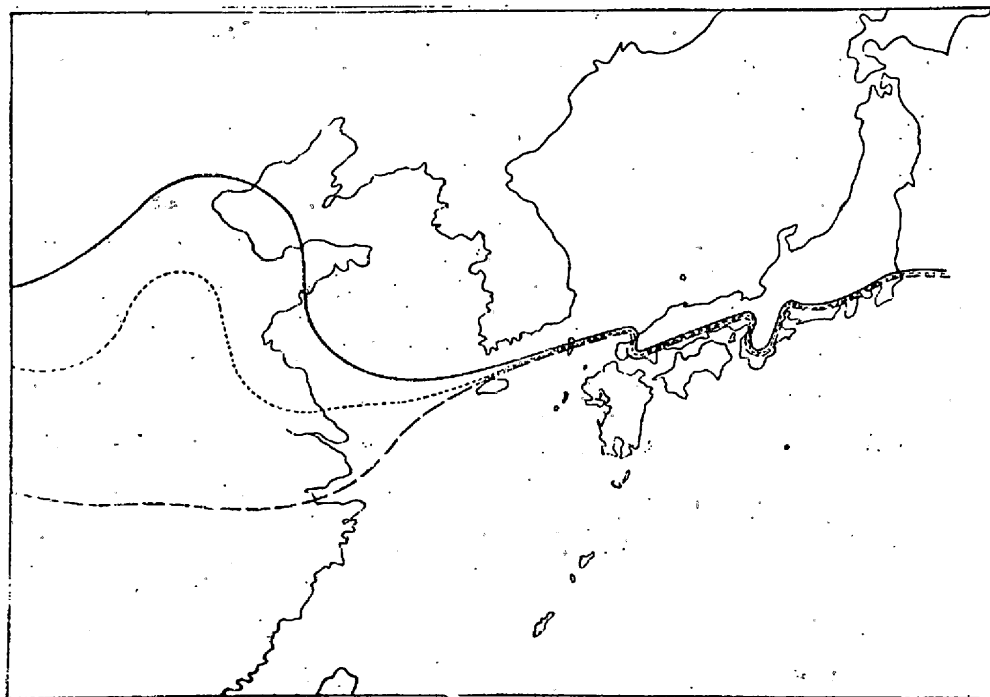
“本州南岸線”に関する考察

三化螟蟲の分布北限を最低の極値 -3.5° の等温線をもつてその位置を指示することについては考慮の余地のあることは前章にて述べた通りである。それで該種を指標動物 (animal indicator) として提唱された“本州南岸線”も亦再檢の必要があるものと考えられる。確に本州中部及び西部の大平洋岸を縦走するこの線域附近が或る種の生物の顯著な分布限界をなすことは木下・河田⁷⁾をはじめ多數學者の認めるところで異論を狭む余地はない。例えば湯淺^{24, 25)}はシロヘリハンメウ *Cicindela nivicincta* Chevrolat の分布北限が“本州南岸線”と一致することを認め、森下¹⁶⁾はこの線域附近で、より以南に棲息する蟻類の多くが急に姿を消すことを報じている。阿部^{17, 18)}がイエシロアリ *Coptotermes formosanus* Shiraki の分布が1月の平均気温が 4° を越え、同時に同月の平均最低気温が 0° 以上の地に限ることを指摘しているが、その分布北限がこの線域附近にあることを示していると見るべきである。日本に於ける=ジユウヤホシテントウ *Epilachna sparsa* (Herbst) の分布北限がほぼ年平均気温 14° の等温線と一致していることは高橋¹⁹⁾をはじめ多くの昆蟲學者の認めるところで、明らかにこの線域附近が該種の分布北限をなしている。北方系のオオ=ジユウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* Motschulsky の平坦地に於ける分布南限が大體この線域附近であり、より南方にては局部低温の高地にのみ生物學的孤島をなして棲息することが知られている^{19) 20)}。更に昆蟲類のみではなく植物にあつてもこの線域附近を分布北限とする種類のあることは植物學者の

* 日本に於ける年平均気温と夏季平均気温との相關を求めたところ $r=0.939$ の極めて高い係数を得た。これより次の實驗式が誘導される。 $y=0.802x+9.65$ (y =夏季平均気温, x =年平均気温)

認めるところである。小清水^{10) 11)}はハマオモト *Crinum asiaticum* L. var. *japonica* Baker の分布北限が低温の極値 -3.5° の等温線とよく一致することを指摘して、これを“ハマオモト線”と呼稱している。又或る種の栽培植物の栽培可能界がこの線域附近であることはよく知られるところである。

上記の如く多くの生物がこの線域附近をもつて分布の北限或は南限をなしていることは明らかな事實であるが、これらの種類の分布が全て唯一の制限因子によつて一律に支配されているのではないことは今更こゝに論ずるまでもない。それでこの分布限界の位置を冬の、しかも気候より天氣の強く反映した最低の極値 -3.5° の等温線をもつて表示することはいささか不合理のように思われる。この地域は日本の氣象上の大平洋岸區の東海、南海、瀬戸内海の3地方に屬する本州の海岸に沿つて走る顯著な氣候線とよく一致し、そこには年平均氣温 14° 、夏期平均氣温 21° 、1月の平均氣温 4° 、その他の主要な等温線が一束となつて走つてゐる。そこで低温の極値 -3.5° 線の如き特殊なものよりも、年平均氣温 14° 線、或は夏期平均氣温 21° 線を中心としてその位置を示した方が穩當ではないかと考えられる。而してこの線域附近を分布限界とする各種類はそれぞれに應じて最も適切な指標を選定して、これに基づいてその分布限界を別々に示すべきであると思う。それでこれらの種類の分布限界は必ずしも完全にこの線域と一致することなく、種類によつて多少の相違があるのは當然のことと言わなければならない。



第1圖 等 温 線

—— 夏期平均氣温 21°C - - - - 年平均氣温 14°C ····· 1月平均氣温 4°C

州を横斷し、更に大平洋岸に沿つて南關東に至る所謂“ルイス線”(一名“スタインガー線”,¹²⁾と呼ばれる分布限界は上記の限界の一變型と見做すべき公算が大きいようである。尙日本に於けるこの顯著な分布限界に比すべきものを大陸に求めるならば、年平均氣温 14° 線及び1月の平均氣温 4° 線の通過する兩線域よりも、山東半島の基部を横斷し、山海關附近にて華北平野

實際或る南方系の昆蟲類の分布北限は日本海岸側に於いてより北方に延びてゐるのが知られ、その如例としてモンキアゲハ *Papilio helenus nicconicolens* Butler を挙げうる。

又日本海岸側の敦賀附近より尾張に至る地峽部にて本

に上陸し、その北邊を通る夏期平均気温 21° 線或は年平均気温 11.5° 線（兩線は華北にて殆ど同一地域を通過する*）を中心として指示される地域が、これに該当する點が最も多いように思われる。従つてこの顯著な分布限界を日本のみならず大陸にまで延長するならば、夏期平均気温 21° の等温線を中心としてその位置を指示するのが最も適當ではないかと考えられるが、その論定は更に今後の研究を待つことにしたい。

引 用 文 獻

- (1) 阿部康男(1937): On the distribution of the Oriental Termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki, in Japan. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., (4) 9, 463—472. (2) ——— (1937): 日本内地に於ける家白蟻 *Coptotermes formosanus* Shiraki の分布と気温との關係. 昆蟲, 11, 137.
- (3) 朝比奈英三(1950): 昆蟲の耐凍性理論について. 生物科學, 2, 88—92. (4) 深谷昌次(1946): 二化螟蟲の越冬生理に關する二三の問題. 松蟲, 1, 51—60. (5) 石倉秀次(1950): 作物害蟲の發生豫察. 東京. (6) 河田 繁(1940): 三化螟蟲調査の現況. 植物及動物, 8, 281—285.
- (7) 木下周太・河田 繁(1933): 二化螟蟲及び三化螟蟲分布綜説並に二化螟蟲原産地の想定. 植物及動物, 1, 475—482, 631, 636, 1259—1264 及び 1399—1407. (8) 木下周太・八木誠政(1930): 三化螟蟲分布の北限に就きて. 日本學術協會報告, 4, 546—549. (1932): 病蟲害雜誌, 19, 173—175.
- (9) 小泉清明(1939): 昆蟲の低溫死と地理的分布の問題. 植物及動物, 7, 1679—1684. (10) 清水卓二(1933): On the "Crinum Line" in the flora of Japan. 植物學雜誌, 52, 135—139. (11) ——— (1938): 日本植物分布樞系にハマオモト線 Crinum Line (新稱) 設定に就いて. 同上, 52, 166—167. (12) 黒田長禮(1929): 日本鳥類の分布. 日本生物地理學會會報, 1, 27—35. (13) 松島省三・河窪清晴(1949): 山口縣に於ける三化螟蟲の分布限界線について. 第22回中國・四國病蟲害研究發表會講演要旨, 26—27. (14) ——— (1950): 適地適作より見た本邦の緯度及び標高の關係. 農業及園藝, 25, 157—162. (15) 松島省三・久保井清市・河窪清晴(1950): 山口縣に於ける三化螟蟲の分布限界調査成績. 山口縣農試特別報告, 2, 1—22. (16) 森下正明(1945): 蟻類. 日本生物誌, 昆蟲, 下卷, 1—56. (17) 織田富士夫(1935): 日本に於ける稻三化螟蟲の研究. 應動雜, 7, 75—87, 242—261. (18) 末永 一・瀧口政數(1949): 三化螟蟲の二化終熄に關する研究(第一報). 九州農試研究發表會講演要旨, 4, 37—40. (19) 高橋 獎(1932): Studies on *Epilachra* Lady Beetles in Japan. 東京農大紀要, 3, 1—15. (20) 渡邊千尚(1950) オホニジウヤホシテントウの分布南限界の指標としての夏期平均気温. 昆蟲, 18, 1—10. (21) 八木誠政(1933): 二化螟蟲發生豫察に關する一考察. 應動雜, 5, 121—125. (22) 八木誠政(1934): 二化螟蟲の等發生帶に就いて. 農林省農誌彙, 2, 481—490. (23) ——— (1949): 三化螟蟲の北限に就いて. 應用昆蟲, 5, 104—105. (24) 湯淺啓溫(1940): シロヘリハンメウ *Cicindella nivivincta* Chevrolata の分布北限. 科學, 10, 199. (25) ——— (1940): 本邦生物分布限界としての“本州南岸線”. 同上, 10, 238.

R é s u m é

According to Kinoshita and Yagi (1930), the Paddy Borer, *Schoenobius incertellus* Walker, is confined to areas where the winter temperature is always above -3.5° †, and the northern limit of distribution coincides with the minimum isotherm of -3.5° running along the Pacific coast of Central and West Honshû, the principal island of Japan. The present author, however, does not agree with Kinoshita and

* 滿州, 華北に於ける年平均気温と夏期平均気温との相關を求めたところ, $r=0.959$ の極めて高い係数を得た. これより次の實驗式が誘導される. $y=0.677x+13.05$ (y =夏期平均気温, x =年平均気温)

† Temperatures are given in Centigrade degrees throughout.

Yagi, so far as the distribution of this species in Japan and China is concerned, but he is much inclined to the opinion that the mean temperature of the summer months from May to October of about 20.3° is more available as an index of the northern limit than the minimum temperature of -3.5° . Because an observation of the temperature conditions of areas where the Paddy Borer always occurs shows that their mean temperature of the summer months is above about 20.3° without exception, while among them there are some ones of which the minimum temperature is below -3.5° , e. g. Kagoshima (-3.9°), Miyazaki (-5.0°), Kumamoto (-7.0°), Ôita (-4.8°), Saga (-4.5°) and Fukuoka (-4.0°) in Kyusyu, Kôchi (-5.1°), Uwajima (-4.1°) and Matsuyama (-4.6°) in Shikoku, and Shanghai (-6.8°) in China. Besides, the author has the fact on good authority that Tsintao (-12.5°) and Tien-tsin (-15.9°) of North China are habitats of this species, though the formal records have not yet been published. Thus, it seems quite possible that the summer isotherm of about 20.3° determines the possible northern limit of the existence of this species.

It appears that the temperature of the summer months, i. e. those of active life and development, is the important limiting factor in this case. The northward distribution of this species having two or more broods per year may be definitely limited by insufficiency of the total of effective temperature in the growing season. Thus, it is probable that owing to this the insect will never reach the northernmost point at which winter temperatures are favourable to make possible its hibernation.

It is well known that there is a distinct line of demarcation of the distribution of insects running along the Pacific coast of Central and West Honshû. This has been shown by many authors, e. g. by Kinoshita and Yagi (1930) in the Paddy Borer; by Takahashi (1932) in *Epilachna sparsa* (Herbst); by Takahashi (1932) and Watanabe (1950) in *Epilachna vigintioctomaculata* Motschulsky; by Abe (1937) in *Coptotermes formosanus* Shiraki; by Yuasa (1940) in *Cicindella nivicineta* Chevrolat; and by Morishita (1945) in some ants. The author is, however, not of the same opinion as Kinoshita and Kawada (1933) who have stated that the minimum isotherm of -3.5° presents this line of demarcation. Because those insects of which the northern or southern limit of distribution lies on this line are not always limited by the winter temperature alone as pointed out in the preceding paragraphs.

In conclusion, it seems probable that the annual isotherm of about 14° or the summer isotherm of about 21° is preferable to present this line to the minimum isotherm of -3.5° . This conclusion is supported by the fact that this line agrees closely with one of the most important climatic boundaries in Japan, on which isotherms of the mean temperature of 14° (annual), of 21° (summer), of 4° (January), etc. run almost together.