

## 植物病原菌の孢子飛散に関する研究 第2報

5, 6月の麦作地における状況

井上成信・高須謙一

空中における孢子の飛散量についての観察は農業地帯を主とした陸上 (Durham 1937, 1938; Newman 1948; Ainsworth 1952; Hirst 1953; Last 1955; Gregory 1958; Saad 1958), 洋上での空中 (Meier 1935; Bisby 1935; Rittenberg 1939; Pady ら 1953, 1954; Sreeramulu 1958), また航空機による高空 (Stakman 1923; Pady ら 1953; Polunin 1951; Kelly ら 1953; 藤井 1954) など多くの報告がある。

Gregory ら (1958) は Hirst (1953) の考案した spore trap を用いて、河口附近の空中を飛散する孢子を採集し、その日変化を気象条件から詳しく考察した。本邦でも早くより農作物の病害を目的とした孢子採集がスライト法で行なわれている (栗林 1941; 橋岡 1950; 河合 1952)。著者らは先に麦赤カビ病菌の子のう孢子の飛散とその気象状況を調べたのであるが、その他種々の病原菌孢子の飛散状態を明らかにするため、前報で紹介した新自動連続孢子採集器を用いて、まず5, 6月麦の成熟期における麦作附近の孢子飛散の日変化および気象条件を考察し、孢子飛散に関する外因条件を明らかにせんとした。このような研究は植物病害の感染および発生と微気象との関係を明確にする目的のために意義が大であると考えられる。

本研究に当り種々御援助を戴いた前所長西門義一先生並に一部文献を教示戴いた新潟大学農学部平田幸治教授に深謝の意を表す。

### 孢子の採集方法並に気象の観測

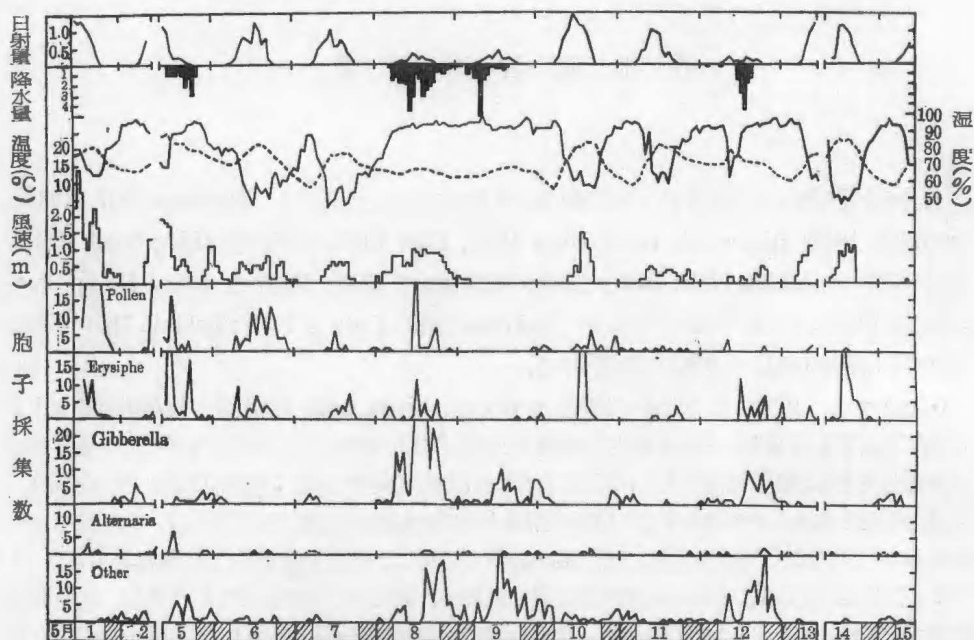
孢子の採集には新作した自動連続孢子採集器を麦作附近の稲わらを散在させた中央に、孢子附着面の高さ 15cm にして設置した。この稲わらはこれに形成した赤カビ病菌の子のうから飛散する子のう孢子を採集するため特においたものである。降雨をさけるため、その装置の上 20cm にトタンの屋根を設けた。他の一台の装置はその稲わらの北 1m の所に、高さ 30cm に設置した。ゼラチンゼリー塗布フィルムは毎朝 9 時に取替えて 1 日間放置し、これを 1 時間単位に切断してスライドグラスにのせ、第 1 報に述べた如く検鏡した。ただし朝 9 時にフィルムの取替えを行い、これに 15~20 分間を要したので、実験結果に示す 9~10 時の場合は 40~45 分間に採集された孢子数を示している。

参考とした気象データは、日射量、温度、湿度、雨量、風速であるが、すべて日記記録を 1 時間毎に読取つたものである。日射量は農試電試式日射計による記録 (横河 ER-122 型)、温度、湿度は測定個所に近い研究所露場百葉箱内における抵抗記録温度計 (横河 ER-32 型) によるもので、雨量は露場内日記雨量計、風速は現地において孢子採集器に並べて高さ 60cm に設置した小型ロピソン風速計 (理工研型) による記録である。

## 胞子採集結果

昭和34年5月1日より15日迄の結果を第1図に、同5月24日より6月13日に至る結果を第2図、A、B、Cに示した。

なお各種胞子についての概要を述べると次の如くである。



(最下段数字は日を、斜線は夜間を示す。以下同じ)

第1図 胞子並に花粉の飛散状況の変化と気象

### Alternaria

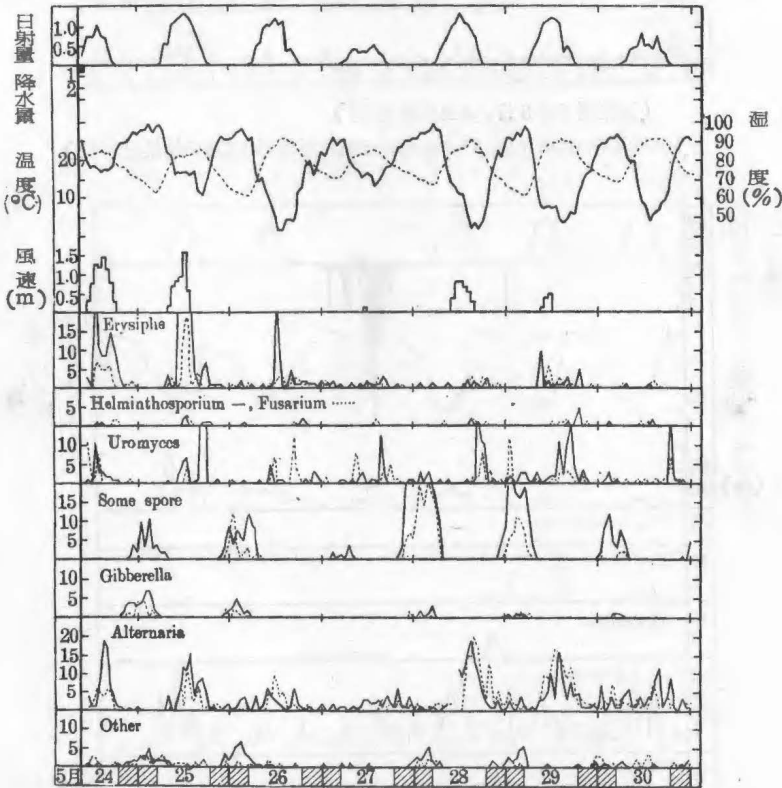
*Alternaria* sp. の分生胞子は採集地附近の大麦および小麦の葉の枯死した部分に発生し、多量の胞子が形成されていたので、この菌と思われる。分生胞子の飛散は初めに調査した5月5～15日の期間にはごくわずかであったが、再び調査を始めた5月24日からは前者より増加し、昼間に多く飛散しているのが見られた。5月28日頃からは夜間でも昼間から連続して飛散し、1日間の胞子飛散量もかなり増している。この頃では麦の葉に形成される胞子量がかなり多く観察されるようになった。このことから胞子の飛散量が伝染源の形成量に比例していることが明らかにされる。6月3日の15～17時の間の胞子採集数は1時間内に60個と122個で最高を示した。これはこの時間にちょうど胞子採集地附近(もつとも近くで2m)の麦が刈取られたため、そのときの葉の動揺に伴う機械的な胞子飛散によるものと思われる。また6月12日の14～15時の間に胞子数が64個で多くなっているのは、その時間に採集地の近く(北10～13m)に堆積されていた収穫麦稈が移動されたためであった。

気象条件を見ると一般に昼間は湿度が低く乾燥し、風があり、夜間は無風状態のときが多く、湿度は高い。胞子の飛散が昼間に多く、夜間に少ないのは、このような気象条件に影響され、風が主として胞子飛散を高めているようである。かくの如く *Alternaria* の胞子の飛散が昼間に多く、夜

間に少ないことは Hirst (1953), Last (1955) らの結果も同様である。6 月に至つて夜間にも胞子の飛散が見られるようになったのは、胞子の形成量が多くなつたことがもつとも原因し、夜間の微風でも飛散するからである。また降雨時に雨滴によつて飛散される場合も見られた。

### Gibberella

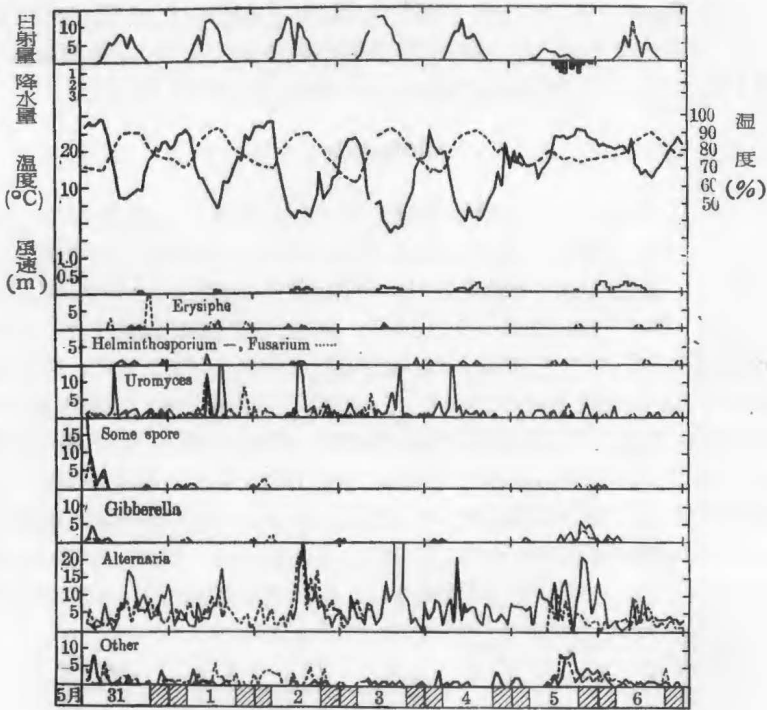
麦赤カビ病菌 (*G. zeae*) の子のう胞子の飛散は晴天の日には少なく、降雨のあつたときに多かつた。これはすでに著者ら (1959) が報告した如くである。晴天の日では夜間の高湿度となる 0~5 時頃の間には飛散し、昼間には全く飛散を見ない、子のう胞子が飛散するときの湿度はほぼ 95% 以上の場合であつた。降雨があつた翌日 (5 月 10 日, 24 日) など夜間の湿度が早くより高くなつたときは、寄主が湿潤であるためでもあるが、20~21 時頃から飛散が始まつている。晴天状態が長く続いたときは子のう胞子の飛散が非常に少ない。これは晴天で日射量が多く、湿度が低くなつたため、寄主並に子のう殻が乾燥して子のう胞子の放出が困難となるからである。子のう胞子の飛散は子のう殻が吸水して初めて行なわれるものである (西門, 井上 1952; 井上, 高須 1959)。したがつて夜間の高湿度のみでは子のう胞子の飛散が行なわれないことを示している。5 月 26~27 日には胞子の飛散がなかつたのは夜間の湿度が低かつたことが関与したと思われる。また 6 月に至つて次第に子のう胞子の飛散が少なくなつたのは、野外に形成される子のう殻が少なくなり、またその頃までの胞子



— 採集器 1 (15cm) ..... 採集器 2 (30cm)  
(Some spore の 24~25 日および Helminthosporium, Fusarium の欄は採集器 1 の結果のみを示す。)

第 2 図 A 胞子の飛散状況の変化と気象

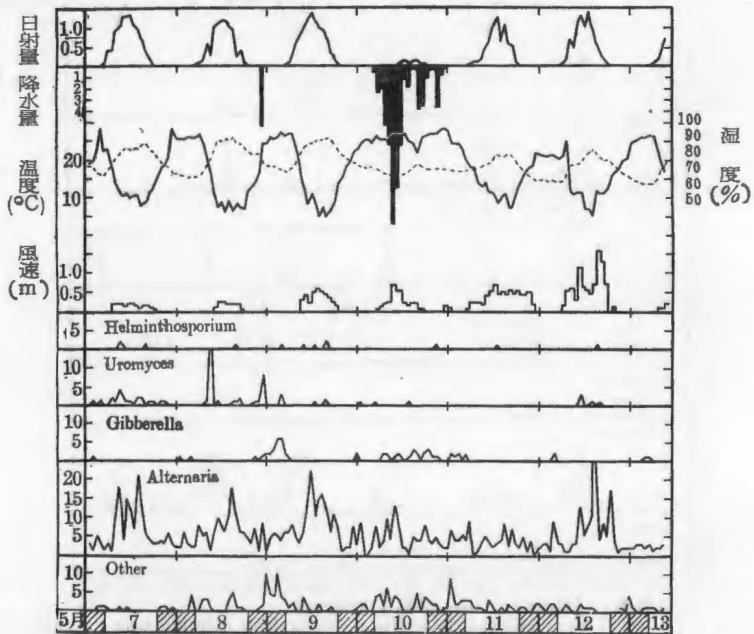
B 図



(採集器 2 の 3 日, 4 日は調査せず)

(Helminthosporium, Fusarium の欄は採集器 1 のみの結果を示す.)

C 図



第 2 図 B, C 胞子の飛散状況の変化と気象

の飛散によつて内生量も少なくなつたためと考える。5月8日には孢子の採集数が非常に多かつたがこれは孢子の採集器をその伝染源となる散在稲わら上においたため、それに形成した子のう孢子が降雨によつて飛散し、これが採集されたためである。Hsia (1956) によれば子のう孢子の飛散は地上15cmで多く、これは多く降雨によつて飛散したものと報じている。降雨があつたとき、子のう孢子の飛散が多いことは雨水が子のう殻を膨潤にし、子のう孢子の放出に関係するからである。

また子のう孢子の飛散が多く見られるときは無風か微風のときであつた。風は子のう殻を乾燥せしめるので、子のう孢子の放出にとつては負の関係がある。また二台の採集器による比較を見ると、伝染源に近い方が採集数が多いのは、当然考えられることであるが、その距離的分布あるいは高さによる差異等については他日改めて検討するつもりである。

### Erysiphe

Erysiphe 属の分生孢子は孢子採集地附近の大麦並に小麦にウドンコ病が発生し、多量の孢子が形成されて飛散していたので、このウドンコ病菌 *Erysiphe graminis* と思われる。この分生孢子の飛散は昼間に多く、夜間には少なかつた。その孢子数も5月中には多かつたが、6月に入ると少なくなり、1日間に数個から1~2個に減少した。6月には麦が黄熟して葉が枯れ、これに順じて病斑上の菌が死滅して孢子の形成が少なくなつたため、孢子の飛散がその伝染源の消長に比例することを示している。

孢子の飛散状況を気象条件から観案すると、飛散が最高になるときは、昼間であつて温度が高く、湿度が低いときである。また風が吹くとき多くて、無風状態のときには少ない。ウドンコ病の病斑上には非常に多量の分生孢子が形成されるが、これは葉を振動するだけで、孢子がよいに分離落下する。このようなことを合せて孢子飛散に関する外囲条件を考えると、風がもつとも重要な役割をし、また乾燥状態にあることが飛散を高めるようである。Yarwood (1936) は、*Erysiphe polyoni* の分生孢子の飛散は正午頃最高に達し、昼間に多くて夜間に少ないことを報告した。著者らの結果でも麦ウドンコ病菌の分生孢子の飛散はだいたい正午頃に飛散が多く、早朝(1~8時)にもつとも少ないことが見られ、これは Gregory (1952)、栗林ら (1952)、Hirst (1953)、Last (1955)、Sreeramulu (1959) の結果と同様であつた。

5月8日のように降雨中においても孢子が採集されたのは麦が近くにあつたため、雨滴と共に飛散した孢子が採集されたからである。5月9日には孢子の飛散が非常に少なかつたことは5月8日から9日にかけて36時間も降雨が連続したため、病斑上の孢子が流失し、またその病斑に新しい孢子が形成するにいたらなかつたためと思われる。

### Uromyces

銹菌の孢子は野生のスズメノテツボウに寄生した *Uromyces Alopecuri* の夏孢子と思われる。この夏孢子の飛散は昼間に多く、夜間には少ない。しかし晴天状態が続くときは夜間でも少し飛散するのが見られる。これは夏孢子が乾燥状態で風によつて飛散することを示すものである。栗林ら (1952) は麦銹菌夏孢子は夜間より昼間に多く飛散採集されたことを報告している。

この夏孢子は数個から10数個塊つているのが観察され、また孢子附着面の同一ヶ所に偏在している場合が多かつたので、寄主から分離飛散するとき、孢子群となつている場合が多いように思われる。

## Fusarium

麦穂に発生した赤カビ病菌の分生胞子が主としてふくまれている。Fusarium sp. の分生胞子の採集数は非常に少なく、飛散状況を詳しく説明することはできなかった。しかし少数の飛散ではあつたが、降雨のあつたとき、あるいは夜間に飛散する傾向が見られた。

## Helminthosporium

この菌の分生胞子の採集数は非常に少なかった。しかし採集された胞子は昼間に飛散するものが多かつた。

## Pollen

大部分麦の花粉であるが、これは昼間に多く、夜間には非常に少なかった。普通の日では朝9時から飛散が見られ、夕方までに終つた。これは開花が昼間に行なわれるからである。花粉の飛散は5月上旬頃に多かつたが、その後減少している。これは採集地附近の麦が成熟し、晩れ穂を除いて開花がほとんど終つたことによる。夜間でも少し採集されたのは、小穂から露出した蒴に残留した花粉が飛散したためのものである。

## Other spores

図に示した some spore は飛散が夜間にかぎるといふ明瞭な飛散状況を示したので、種属がはつきりしなかつたが、一項目として調べ図示したものである。この胞子は卵円形または洋梨型をなし、基部に乳頭突起を有し、無色である。大きさはほぼ  $20\sim 25\mu$  であつた。この胞子は昼間には全く飛散せず、夜間とくに湿度が90%以上になると飛散した。5月26~27日のように夜間の湿度が90%以下では飛散が少ない。また無風状態でも飛散している。6月に至つて飛散が少なくなつた原因ははつきりしないが、周辺の雑草を刈取つた翌日から飛散が減少している点から、この雑草に寄生したものの菌であるように考えるが、明らかにできなかった。これは参考までに記しておく。

他の種属不明の胞子は other spores として示した。これらの胞子は昼間には少なく、夜間の高湿度のとき飛散が多い傾向が見られる。

以上は今回新作した自動連続胞子採集器を用いて5、6月麦成熟期において行つた観察の概要であつて、観察は短期間のものであり、かつ麦畑内の特殊な状態におけるもので、これをもつて直ちに一般的な胞子飛散の状況を論ずることはできないけれども、かかる観察を長期にわたり、かつ種々の立地において行い、それらの結果を綜観すれば、あるいは植物病原菌の胞子飛散状況もわかり、ひいては疾病流行の機構の一端を明らかにすることができようかと考える次第である。

## 文 献

Ainsworth, G. C. 1952. The incidence of air-borne *Cladosporium* spores in the London region. J. gen. Microbiol. 7: 358—361.

Bisby, G. R. 1935. Are living spores to be found over the Ocean? Mycologia. 27: 84—85.

- Durham, O. C. 1937. Incidence of air-borne fungus spores: I. *Alternaria*. J. Allergy, 8: 480—490.
- Durham, O. C. 1938. Incidence of air-borne fungus spores: II. *Hormodendrum*, *Alternaria* and rust spores. J. Allergy, 10: 40—47.
- 藤井溥 1954. 飛行機による空中胞子の採集 (講要) 日植病学報 18: 154.
- Gregory, P. H. 1952. spore content of the atmosphere near the ground. Nature, Lond., 170: 475—477.
- Gregory, P. H. 1958. Spore dispersal in *Ophiobolus graminis* and other fungi of cereal foot rots. Trans. Brit. mycol. Soc. 41: 449—456.
- Gregory, P. H. and Sreeramulu, T. 1958. Air spora of an estuary. Trans. Brit. mycol. Soc. 41: 145—156.
- Gregory, P. H. and Stedman, O. I. 1953. Deposition of air-borne dycopodium spores on plane surfaces. Ann. apple. Biol. 40: 651—674. (R. A. M. 33: 544. 1954)
- 橋岡良夫 1950. 稲熱病と水田微気象. 農業気象 6: 25—29.
- Hirst, J. M. 1952. An automatic volumetric spore trap. Ann. appl. Biol. 39: 257—265.
- Hirst, J. M. 1953. Changes in atmospheric spore content: Diurnal periodicity and effects of weather. Trans. Brit. mycol. Soc. 36: 375—393.
- Hsia, Y-T., Hsiao, C-P. and Gro, C-X. 1956. The development of *Gibberella zeae* head-blight of wheat. I. Relation of development and dissemination of spores and amount of rainfall to epiphytotics. Acta. phytopath. Sinica. 2: 187—202. (R. A. M. 37: 155. 1958).
- 井上成信, 西門義一 1959. 麦赤カビ病に関する生態学的研究. 第1報, 子のう胞子の飛散と一次感染の時期について. 農学研究 46: 164—179.
- 井上成信, 高須謙一 1959. 麦赤カビ病に関する生態学的研究. 第2報, 子のう胞子の飛散と気象(1). 農学研究 46: 14—192.
- 河合一郎 1952. 稲熱病に関する生態学的並びに治病学研究. 静岡農試特別報告 第4号.
- Kelly, C. D. and Pady, S. M. 1953. Microbiological studies of air over some nonarctic regions of Canad. Canad. J. Bot. 31: 90—106.
- 栗林数衛, 市川久雄 1941. 空中を浮遊せる稲熱病菌分生胞子採集とその発生予察との関係について. 病虫雑 28: 309—315. 404—416.
- 栗林数衛, 市川久雄, 原田敏男 1952. 麦銹病及白渋病並に馬鈴薯疫病の発生予察に関する研究. 長野農試報告 第14号
- Last, F. T. 1955. The spore content of air within and above milden-infected cereal crops. Trans. Brit. mycol. Soc. 38: 453—464.
- Meier, F. C. 1935. Collecting microorganisms from the Arctic atmosphere. Sci. monthly. 40: 5—20.
- Newman, J. V. 1948. Aerobiology on commercial air routes. Nature, Lond. 161: 275—276.
- 西門義一, 井上成信, 井上忠男 1952. 麦類赤カビ病菌の子のう胞子の飛散と第一次伝染. 農学研究 40: 121—126.
- Pady, S. M. and Kapica, L. 1953. Air-borne fungi in the Arctic and other parts of Canad. Canad. J. Bot. 31: 309—323. (R. A. M. 33: 41. 1954).
- Pady, S. M. and Kelly. C. D. 1953. Studies on microorganisms in arctic air during 1949 and 1950. Canad. J. Bot. 31: 107—122.

- Pady, S. M. and Kelly, C. D. 1954. Aerobiological studies of fungi and bacteria over the Atlantic ocean. *Canad. J. Bot.* 32 : 202—212.
- Polunin, N. 1951. Seeking airborne botanical particles about the north poles. *Svensk bot. Tidskr.* 45 : 320—345.
- Rittenberg, S. C. 1939. Investigations on the microbiology of marine air. *J. mar. Res.* 2 : 208—217.
- Saad, S. I. 1958. Studies in atmospheric pollen grains and fungus spores at Alexandria. II. Pollen and spore deposition in relation to weather conditions and diurnal variation in the incidence of pollen. *Egypt. J. Bot.* 1 : 63—79. (R. A. M. 38 : 243. 1959)
- Sreeramulu, T. 1958. Spore content of air over the Mediterranean sea. *J. Indian bot. Soc.* 37 : 220—228. (R. A. M. 38 : 182. 1959)
- Sreeramulu, T. 1959. The diurnal and seasonal periodicity of spores of certain plant pathogens in the air. *Trans. Brit. mycol Soc.* 42 : 177—184.
- Stakman, E. C., Herry, A. W., Curran, G. C. and Christopher, W. N. (1923) Spore in the upper air. *Jour. Agr. Res.* 24 : 7.
- Yarwood, C. E. 1936. The diurnal cycle of the powdery mildew *Erysiphe polygoni*. *Jour. Agr. Res.* 52. 645—657.