

蘿蔔黃葉病菌在發病田中之分佈與消長

羅朝村 孫守恭

(臺灣省農業試驗所) (國立中興大學)

(接受日期：民國 76 年 2 月 5 日)

摘 要

蘿蔔黃葉病菌 (*Fusarium oxysporum* (schl.) f. sp. *raphani* Kend. et Snyder) 於罹病田中，大部分垂直分佈於 0—30 cm 深的土中，而在整塊田中病原菌則成均勻分佈。

在輪作地區(新社水井)病原菌之密度變化隨著作物的不同而呈不規則狀。在連作區(埔里太平頂)則因耕作單純，菌量隨著蘿蔔的種植而升高；反之隨著休耕期的增長而密度逐漸下降。在罹病田中，多種雜草如野葛、馬齒莧、細柄黍等之根部可被本菌纏化 (colonization)。因之本菌亦可因此等雜草之存在而增加其存活率。種植青椒亦可增加本菌之存活，但水稻及甘藍却可降低黃葉病菌之存活。

(關鍵字：蘿蔔黃葉病菌，分佈，消長。)

ABSTRACT

Lo, Chaur-Tsuen¹ and Shou-Kung Sun² (1987) **Distribution and Survival of Radish Yellows Pathogen in Infested Field.** Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 29 : 109—106 (1. Taiwan Agricultural Research Institute 2. National Chung-Hsing University)

Field survey revealed that the radish yellows pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*, frequently existed in 0-30 cm deep of soil, and was evenly distributed in the diseased field. In continuous monoculture fields of radish the population of the pathogen in soil tended to be positively correlated with the history of cultivation, in case of crop rotation, the survival curve was irregular. The pathogen was found to survive in the rhizospheres of various weeds and could colonize their roots, therefore, longevity of the pathogen in soil could be lengthened by the presence of weeds. Planting of nonsusceptible crops such as pepper also favored its survival in soil, but planting of rice, cabbage and knot grass (*Paspalum distichum*) resulted in decreasing the population of pathogen in soil.

(Key words: *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*, Radish, Survival, Distribution.)

緒 言

蘿蔔黃葉病是一種土壤傳播萎凋性病害，1936年 Kendrik 及 Snyder 首先報告本病的發生⁽¹²⁾，並將該病原菌定名為 *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*⁽¹³⁾，此後在美國^(17,24)、日本⁽¹¹⁾，英國⁽²³⁾，德國⁽⁷⁾，法國⁽⁵⁾ 等均有本病的報導。

本省自民國七十年筆者等⁽³⁾，在臺中新社（水井）區發現黃葉病廣泛為害後，本病又陸續於埔里（大坪頂），新竹（竹北）等蘿蔔專業栽培區中出現。其發病率在 13.3~84.9% 不等，其中尤以連作蘿蔔七年以上者為甚，是故黃葉病已成爲蘿蔔的重要病害之一。

由於本病是臺灣的新病害，在目前國內尚無抗病品種可資利用前⁽¹⁵⁾，唯有借助於對病原菌生態的了解，以尋求防治途徑。因此本文探討蘿蔔黃葉病菌在土中分佈概況及其在雜草、非感病性作物中之存活情形，供作爾後防治之參考。

材 料 與 方 法

1. 供試病土製備

把具有病原性的蘿蔔黃葉病菌株 FRS0611，培養於高壓滅菌後的芹菜莖中⁽¹⁰⁾，經二星期後取出與粘質壤土（clay loam）均勻拌合，經過一個月後以 20 mesh 的網篩篩過，分裝於大塑膠盆中（容積 40×33×33cm³），作爲供試的病土源。（病菌密度爲 10⁶ propagules/g. soil）

2. 土壤中病原菌密度的測定

採取土壤樣品，陰乾後揉碎，秤取一定量土壤，經一系列稀釋⁽⁹⁾後；分別由 1/500 及 1/1,000 稀釋液中，取 1 ml 均勻平展於靜置 3—5 天的 PCNB 選擇性培養基平板^(14,20) 分離，依病原菌出現之菌落，推算土壤樣品中病原菌密度⁽¹⁶⁾。

3. 病田不同深度土壤中病原菌密度的調查

於埔里、新社（水井）二個試驗田中，以土壤採集器（soil auger）採取土壤，逢機採取七點⁽¹⁵⁾，垂直深度則每隔 5 公分深採一土樣至 40 公分深爲止；以塑膠袋裝回實驗室陰

乾，用 Nash-PCNB 選擇性培養基測定各深度土中病原菌量⁽¹⁶⁾。

4. 病菌在發病田中的四季消長調查

選定新社（水井）輪作區及埔里（大坪頂）連作區兩固定試驗田，每月定期採取七點土樣（深度爲 0—15 公分），陰乾後以 PCNB 選擇性培養基測定病原菌含量。

5. 罹病田中可能帶菌的雜草追蹤

由新社、埔里、竹北等罹病嚴重的蘿蔔田中，採集野萵（*Amaranthus viridis*）、鴨舌黃（*Borreria hispida*）、馬齒莧（*Portulaca oleracea*）、細柄黍（*Panicum psilopodium*）、灰藜（*Chenopodium album*）、紫花霍香薊（*Ageratum* boustoniaum*）、龍葵（*Solanum nigrum*）、雙穗雀稗（*Paspalum distichum*）等至試驗室，以流動水將根沖洗乾淨後，再用漂白水（1% NaOCl）表面消毒三分鐘，置於濾紙上吸乾，以每隔 1 公分爲一節將根剪斷，置於 PCNB 選擇性培養基上分離之（十重覆），隨後純化並進行病原性測定。

6. 雜草對蘿蔔黃葉病菌的存活試驗

自發病田中採取上述雜草幼苗（龍葵除外）另加香附子（*Cyperus rotundus*）。種植於含有 3×10³ propagules/g soil 之病菌土中，置於室外，每三十天測土中含菌量。

7. 不同作物對本菌的存活影響

自病菌箱中，取得病土與粘質壤土均勻拌合，測得病原菌含量後，種植各種輪植作物：甘藍、甘藷、小白菜、豌豆、葱、萵菜、落花生、蘿蔔、青椒、薑、水稻等 11 種作物及不種植處理，每處理三重覆，每隔二十天測定病原菌之密度乙次。

結 果

1. 蘿蔔黃葉病菌在發病田中水平及垂直分佈

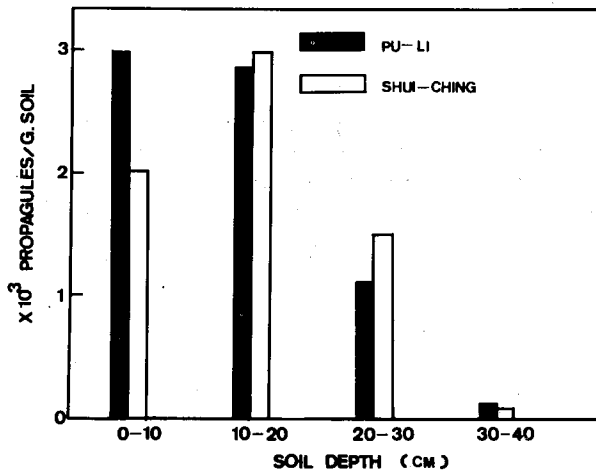
在發病田中依東、西、南、北、中方向劃分成 5 個區域，每區各逢機採取七點土樣，以 PCNB 培養基測出每克土所含病原菌量，經統計分析，結果顯示在水井、大坪頂等嚴重發病田中，病原菌之水平分佈無差異（表一）。經測定不同深度之病原菌量，結果顯示黃葉病菌雖可深達 30 公分處，但以 20 公分以內密度

表一、病原菌在田間水平分佈情形

Table 1. Horizontal distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in the diseased field

Plot	Fungal population (Propagules/g. soil)	
	Pu-Li	Shui-Ching
I	3230a ¹⁾	3500a
II	2935a	3333a
III	3320a	3166a
IV	3145a	2600a
V	3645a	2833a

1) Data followed by the same letter for each plot are not significantly different at P=0.05 based on Duncan's multiple-range test. Values were means of 7 soil samples.



圖一、病原菌在田間垂直分佈情形

Fig. 1. Vertical distribution in soil of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in diseased field.

最高(圖一)。

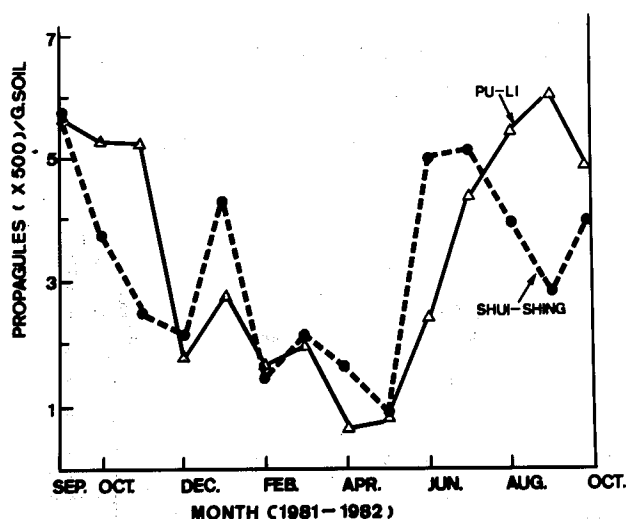
2. 病原菌在發病田中的四季消長

在輪作之新社(水井)區,病原菌量變化因種植作物之不同而呈不規則曲線。例如1981年9月以前因種植蘿蔔而使病原菌達到高峯,而10月以後則因種植小白菜而逐漸下降。1982年2~4月因種植青椒而有回升現象,5~7月又因種植蘿蔔而上升。8月後則又因種植胡蘿蔔而下降(圖二)。在埔里(大坪頂)地區因

耕作單純(祇連作和休耕),因此病原菌量隨著蘿蔔的種植(5~7月及7~9月連續二期種植蘿蔔)而升高,反之隨著休耕期的增長(從10月以後至隔年的4月休耕),病原菌量則逐漸降低(圖二)。

3. 病原菌在雜草根部分化的試驗

經調查結果發現,本菌除從龍葵,雙穗雀稗的根部分離不到病原菌外,野葛、鴨舌黃、馬齒莧、細柄黍、灰藜、紫花霍香薊等皆有被



圖二、病原菌在發病田中四季的消長

Fig. 2. Temporal variation of the population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in field soil.

表二、蘿蔔黃葉病菌在田間雜草根部的纏化率

Table 2. Colonization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in roots of weeds commonly found in diseased field.

Weed	Percentage of colonization on root segments ¹⁾
<i>Amaranthus viridis</i> (野苋)	86
<i>Portulaca oleracea</i> (馬齒苋)	59
<i>Panicum psilopodium</i> (細柄黍)	50
<i>Borreria hispida</i> (鴨舌黃)	38
<i>Chenopodium album</i> (藜)	25
<i>Ageratum boustonianum</i> (紫花霍香薊)	18
<i>Solanum nigrum</i> (龍葵)	0
<i>Paspalum distichum</i> (雙穗雀稗)	0

1) Total number of colonization in 100 root segments from 10 plants.

纏化的現象，尤其以野苋幾乎可在整個根部分離到本菌的存在，其纏化率高達86%（表二）。

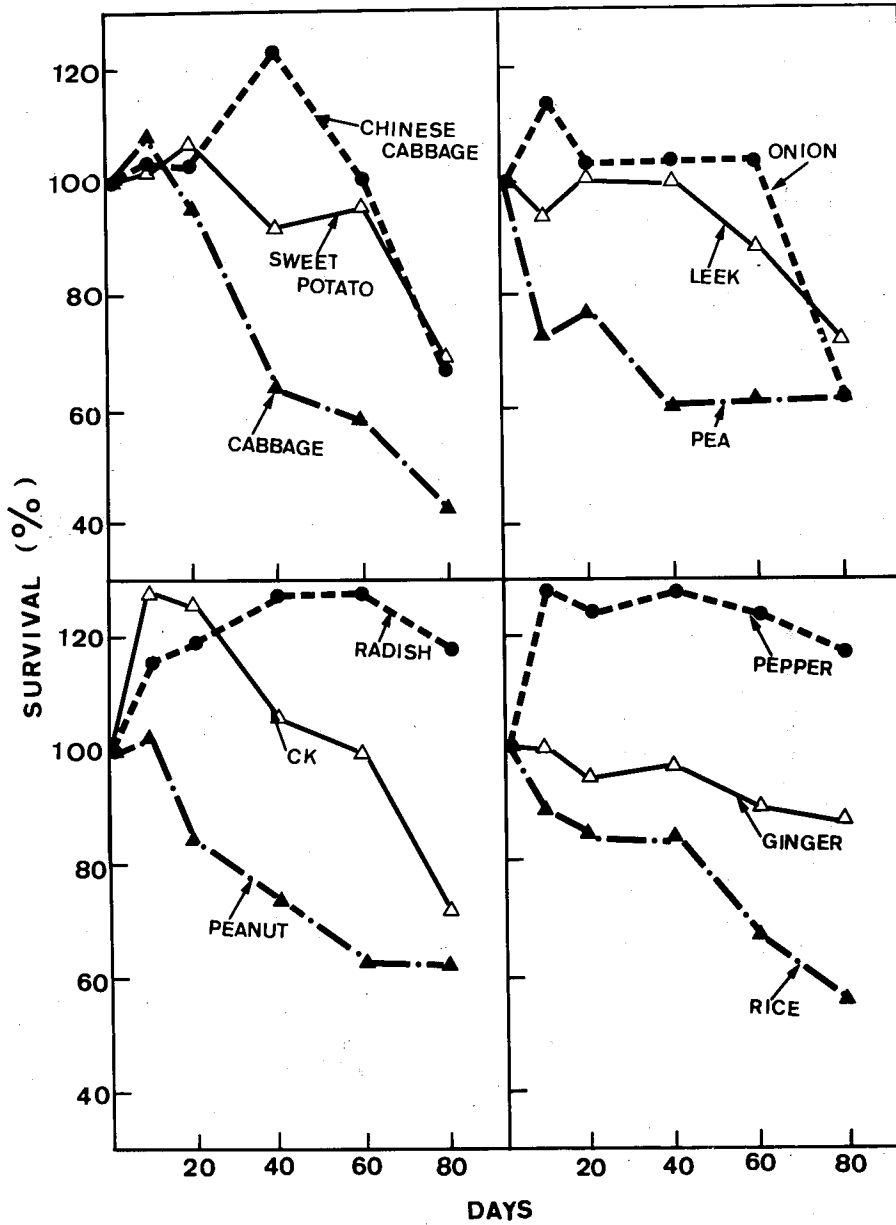
4. 田間雜草與本菌存活的關係

經三個月後，調查顯示，野苋、細柄黍、鴨舌黃、紫花霍香薊、灰藜(藜)、香附子等，皆有利於本菌的存活(表三)。但在雙穗雀稗根圈及容積土壤(Bulk soil)內，黃葉病有逐漸減少趨勢(72%)，與未種植任何植物之對

照組(80%)存活率相似。

5. 種植不同作物對本菌存活的影响

種植作物三個月內，種植青椒(117%)、蘿蔔(118%)可提高土壤中病菌密度，但其密度在種植甘藍(42%)及水稻(56%)之土壤中却有加速降低的趨勢，甘藷、小白菜、豌豆、葱、韭菜、落花生、薑等，則與未種植者差異不大(圖三)。



圖三、 種植不同作物對蘿蔔黃葉病菌存活的影响

Fig. 3. Effect of various crop on the survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in soil.

表三、雜草對病原菌存活之影響

Table 3. Effect of weeds on survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in soil.

Weed	Survival (%) at month after weed planting			
	0	1	2	3
<i>Amaranthus viridis</i>	100 ¹⁾	165	161	112
<i>Panicum psilopodium</i>	100	127	106	106
<i>Porthulaca oleracea</i>	100	125	138	116
<i>Borreria hispida</i>	100	123	122	100
<i>Ageratum boustonianum</i>	100	125	122	100
<i>Cyperus rothundus</i>	100	112	100	100
<i>Chenopodium album</i>	100	135	133	95
<i>Paspalum distichum</i>	100	88	78	72
Bared soil	100	125	89	80

1) Population density at 0 month was 5×10^3 propagules/g. soil.

討 論

本省蘿蔔除山坡地區冬季不能種植外，其餘各地四季皆可栽種，加上日漸機械化及專業化的農場栽培，使得蘿蔔黃葉病的危害日益猖獗。一般認為，病原菌量愈接近表層，菌量愈高⁽²¹⁾，本文調查黃葉病菌在罹病田之深度分佈亦得相同結果(圖一)。雖然有多位學者報告 *Fusarium oxysporum* 在田間呈不均勻分佈^(21, 22)，但本試驗結果發現蘿蔔之發病田病菌分佈則頗均勻(表一)；病菌在病田分佈均勻與否可能與罹病作物種類、發病程度及農民之耕作栽培方式有關(如撒播、機械耕耘、連作……等)。

杜氏⁽¹⁾在林邊、南州兩地測定香蕉黃葉病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)的消長、發現1977年2月份病菌有增殖的趨勢、黃氏⁽⁹⁾亦指出西瓜蔓割病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*)在一月份有菌量升高的現象。筆者調查黃葉病菌亦有在一月份增加的情形(圖二)，依黃氏⁽⁹⁾研究西瓜蔓割病菌的厚膜孢子在白天發芽後，遇到晚間的寒冷，其他微生物的活動降低，蔓割病菌因有足夠時間再形成厚膜孢子。而且在低溫時可增

加其腐生纏化率的結果所致。本菌是否亦有此現象，則有待進一步的探討。

輪作物之種類與病菌消長有密切的關係。Wilson⁽²⁴⁾報告以芹菜、胡蘿蔔、蔥、馬鈴薯等作物和蘿蔔輪作，輪作時間愈長，蘿蔔黃葉病危害的程度愈低，且病原菌亦有下降的趨勢。Deems 和 Young 1956年則發現 *Aphanomyces cochlioider* 引起的甜菜黑根病，若以玉米和燕麥輪作要以紫花苜蓿(Alfalfa)或甜菜輪作更能減輕發病程度⁽⁶⁾，孫、黃⁽²¹⁾亦指出以玉米及甘蔗輪作，則可使西瓜蔓割病菌降低，反之以大豆、花生、蕃茄、甘藷與西瓜輪作則可增加病原菌量。筆者在此研究中(圖三)亦發現以水稻、甘藍、能降低病原菌量，而青椒、甘藷等均可增加病菌數。因此，若在輪作時先篩選作物，則較能有效的降低病害。

除輪作物外，非寄主植物帶菌之報告已屢見不鮮^(2,4,8,18,19)，筆者發現蘿蔔黃葉病田中之野萵、鴨舌黃、馬齒莧、紫花霍香薊、灰藜(藜)、細柄黍的根部均有本菌的纏化(表二)，同時經試驗結果亦發現，野萵、馬齒莧、紫花霍香薊皆可增加病原菌數目(表三)，因此田間衛生的重要性，顯然又得一證據。

根據試驗結果顯示，雜草、非寄主作物及

寄主植物的存在會影響到蘿蔔黃葉病菌的存活(表三、圖三)，同樣的，筆者在埔里(連作)區與水井(輪作)區所作的田間病原菌密度調查，又可依上述結果來說明。例如埔里地區因供水問題，一年中祇5~9月可種植蘿蔔，故期間病原菌量逐漸上升，10月時，因偶有雨水、雜草(野苧)尚可生長，所以病原菌密度仍可維持一定密度。而11月以後則寸草不生，病原菌則逐漸下降，直至隔年的種植期。

在已獲給水設備的水井區，一年四季皆可種植作物，故病原菌量的變化也就起伏不定。例如1981年9月以前因種植蘿蔔而使得病原菌達到高峯，10月以後則因種植小白菜而逐漸下降，1982年2~4月因種植青椒，而有回升現象，5~7月又因種植蘿蔔而劇增，直至種植胡蘿蔔後才逐漸下降，因此田間雜草的防除，以及種植蘿蔔前的慎選輪作物，將有助於減少蘿蔔黃葉病的發生。

引用文獻

1. 杜金池。1976。香蕉黃葉病之生物防治試驗，國科會研究計畫成果報告。
2. 杜金池、程永雄、張義璋。1977。田間亞麻萎凋病菌與水稻之相互關係研究。中華農業研究 26(1):64-71。
3. 羅朝村、孫守恭、黃振文。1981。蘿蔔黃葉病研究初報。植保會刊 23:279 (摘要)
4. Armstrong, G.M., and J.K. Armstrong. 1948. Nonsusceptible host as carriers of Wilt Fusaria. *Phytopathology* 38: 808-826.
5. Couteaudier, Y., C. Alabouvet, I. Begh, and J. Louvet. 1981. Manifestation de la fusariose vasculaire du radis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*) dans la region parienne. *Revue Horticole* No, 217:43-44. (R. P. P. 60:617).
6. Deems, R. E., and H. C. Young. 1965. Black root of sugar beets as influenced by various cropping sequences and their associated mycoflora. *Phytopathology* 46:10 (Abstract).
7. Gerlach, W. 1975. Der erste fall von fusarium-week an levkojen in Deutschland, *Nachrichtenbl. Dtsch Pflanzenschutzd (Braunschweig)* 27:17-20.
8. Hendrix, F. F., Jr, and L. W. Welsen. 1958. Invasion and infection of crops, other than the forma suscept by *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* and other formae. *Phytopathology* 48:224-228.
9. Huang, J. W. 1978. The biology of watermelon wilt pathogen and control experiments. M. Sc. Thesis, National Chung Hsing University, Taiwan, R.O.C.
10. Huang, J. W, S.K. Sun and W.H. Ko. 1983. A medium for chlamydospore formation in *Fusarium*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49:704-708.
11. Ishii, T., and A. Tanii. 1976. Radish yellows and its pathogen in Hokkaido Bull. Hokkaido Prefectural Agric. Exp. Stn., Naganuma Japan 34:51-58 (R. P. P. 56:1158).
12. Kendrick, J. B., and W. C. Snyder. 1936. A vascular fusarium disease of radish. *Phytopathology* 26:98.
13. Kendrick, J. B. and W. C. Snyder. 1942. *Fusarium* wilt of radish. *Phytopathology* 32:1031-1033.
14. Komada, H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium* from natural soil. *Rev. Plant Prot. Res.* 8:114-125.
15. Lo, C. T. 1983. Studies on radish yellows in Taiwan. M. Sc. Thesis, National Chung Hsing University, Taiwan, R.O.C. 102pp.
16. Nash, S. M., and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean

- root rot *Fusarium* in field soil. *Phytopathology* 52:567-572.
17. Pound, G. S., and D. C. Fowler. 1953. *Fusarium* wilt of radish in Wisconsin. *Phytopathology* 43:277-280.
 18. Smith, S. N., and W. C. Snyder. 1975. Persistence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* in fields in the absence of cotton. *Phytopathology* 65:190-196.
 19. Sun, E. J. 1977. Survival of race T. of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the soil. M. Sc. Thesis, National Taiwan University, Taiwan, R.O.C. 80p.
 20. Sun, S.K. 1975. Ecology of Pathogenic *Fusarium* in soil. *Plant Prot. Bull. (Taiwan)* 17:217-232.
 21. Sun, S. K., and J. W. Huang 1977. Survival of watermelon wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant Prot. Bull. (Taiwan)* 19:251-264.
 22. Trujillo, E. E., and W. C. Snyder. 1963. Uneven distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Honduras soil. *phytopathology* 53:167-170.
 23. Upston, M. E. 1974. *Fusarium oxysporum* on radish in England. *Plant Path.* 23:50.
 24. Wilson, J. D. 1962. Seasonal variation in the incidence of radish yellows and effect of crop rotation on plant survival and yield. *Pl. Dis. Repr.* 46:124-127.