

50余年間埋土したイグサ種子及び水田 雑草種子の発芽と生育

笠原安夫・西 克久・上山良人

緒 言

さきに笠原(1944)は、今から23年まえ、すなわち、1942年2月に本研究所昆虫部地下室の建設のとき、地表約60cm下に13cm巾の暗灰色の水田層を見つけ、よく調べて見ると水稻のヒゲ根らしいものがあったので、それを煉瓦形の大きさの土塊に切り取り、故近藤万太郎所長(初代)に伺ったところ、この層は研究所創立の前年、すなわち、1913年に水田を山土で埋め、敷地としたものであり、約30年を経ていることが判明した。それで土塊の一部を気乾し、同年3月から翌年2月まで3回にわたって直径8cmの小さな素焼鉢に土を盛って発芽試験を行った。26ヶの素焼鉢から3本のキカングサ(*Rotala indica* KOEHN), 1本のミゾハコベ(*Elatine triandra* SCHK.) 幼植物(推定)が発生した。しかし、前者は子葉時代、後者は3对本葉まで生育したが、古い埋土雑草種子からの幼植物で生育が弱いのか、栽植方法が不適当のためか途中で枯死した。また埋土10g(風乾)中より内容のある雑草種子平均5粒と果種皮のみのもの8.5粒が検出された。この結果を“30年間水田雑草種子の埋土とその発芽”と題して本誌36巻に発表した。

本研究再建築の第2次工事は1963年の夏、第3次工事は1964年夏から始められた。その基礎工事で掘られたザンゴウは1942年の時のものより西に60~100m隔てているが、地表下37~60cmにうすい暗茶灰色(Dark brownish Gray)*の8~20cm巾の水田層が見られ、それはさきに発表したものと一連の関係のある水田層であることが確認された。そこでこの土壤に含まれる水田雑草種子は50年またはそれ以上埋土していたことになる。さきの30年埋土雑草種子につづいて50余年の埋土種子の生存試験として、1963~65年に水田雑草種子を含む土壤からの幼植物の発芽および生育ならびに埋土種子の分離検出を試みた。

その結果、1963年採土では1本のアゼナ(*Lindernia Pyxidaria* L.), 5本の双子葉幼植物、ミゾハコベ(*Elatine triandra* SCHK.) (またはキカングサ、アゼナ?), 6本の単子葉幼植物、タマガヤツリ(*Cyperus difformis* L.) またはコゴメガヤツリ(*Cyperus Iria* L.) また1964年には多数のイグサ(*Juncus effusus* L. var. *decipiens* BUCHEN), 4本のトキワハゼ(*Mazus japonicus* O. KUNTZE), 2本のタマガヤツリ、ミズワラビ(*Ceratopteris thalictroides* BRONGN.) と1本のトキンソウ(*Centipeda minima* A. BRAUN et ASCHERS.), タガラシ(*Ranunculus sceleratus* L.) などの発芽を見た。それらのうちシャーレで発芽したものはシャーレ中で若干枯死し、また1cm前後の草丈のものをポットに移植した場合は多数が中途枯死したが、アルミ魚箱を代用した大きな発芽器を用い、か

* Guide to Colour Standard 日本色彩研究所による。

なり大きく生育してから移植したものは大部分が生育を全うした。また1964年の夏に掘られたザンゴウのある地点の垂直面には多数のイグサと若干のトキワハゼ、タガラジ、レンゲ (*Astragalus sinicus* L.)、カラスノエンドウ (*Vicia sepium* L.) と推定される幼植物が自然に発生していた。

当地は、地下水位が高いのでこの層の土壌は握りしめれば団子となるほどの多湿土で、その水分は21.8~23.3% (Wet base) であり、pH 5.8~6.8 Eh 260~440mV. であった。これを風乾してから赤座 (1941) の方法、すなわち、1.47比重の炭酸加里液中でかきまぜて土粒を沈澱せしめ上層液から埋土種子を分離検出したところ、多数のイグサ、少数のタマガヤツリ、ミゾハコベ、ヒデリコ (*Fimbristylis miliacea* VAHL) および種類が判明しないものがかなり検出された。

本研究は、創立51年を迎え、本誌は、その発展を祝して50周年記念号として発刊された。ここに当所の創立当時に敷地としたため埋没された水田層に含まれていたイグサおよび水田雑草種子が今日まで50余年間の長命を保ち、それから発芽した植物体が十分な生育をするのを見出したことも何らかの奇縁と考え、主題について報告する次第である。

なお本実験には、著者らの他に岡本和加子、武田満子、生和繁子、井上怜子の諸氏が助力せられたのでここに記して感謝の意を表す。なお本研究の一部は、1964年4月4日日本作物学会第137回講演会、1965年4月7日日本雑草防除研究会第4回講演会、1965年5月16日日本植物学会中四国支部第22回山口大会で、それぞれ発表した。

埋土種子の発芽生育試験方法

第1回試験の供試土壌は、1963年9月3日より数日まえに掘られたザンゴウの垂直断面で、地表下37~55cmに横たわっていた8~20cm巾 (15cm巾の部分が多い) のうすい暗茶灰色の水田層の5カ所 (A~E) から小刀で表面を除いて土塊のままえぐり取って採取した。採取当時の土壌水分は22.3% (21.8~23.3% Wet base) であった。翌日その埋土20gを直径9cmのシャーレに7gのパーライトを入れて水20ccを満たして平らにした上に砕いて薄く (0.3cmの厚さ) 敷いて置床し、水分をほぼ飽和状態に保ち、まず戸外においたガラス発芽器 (12~31°C) に入れた。そして10月24日までに発芽していた幼植物 (草丈0.2~2cm) を径13cmの素焼ポットに田土を盛った土の表層に殺菌土 (蒸気高圧殺菌土) を5cmの厚さに敷いて、その中にピンセットでいねいに移植した。移植後は最初には前述の発芽器 (8~35°C) に置いたが生長がよくないので、11月21日に戸外に置いたコイトロン KB型 (20~25°C) に入れ替え、さらに11月29日温室 (20~30°C) に移した。

第2回試験の方法は、a; シャーレによる埋土の発芽試験、b; アルミ平箱での埋土の発芽試験、c; ザンゴウ垂直断面での発生幼植物の観察などの3方法が行われた。

a) 1964年9月29日、前年より西に40m隔てた敷地で新たに掘られたザンゴウから、地表40~60cm下10~20cm巾 (平均15cm) に横たわっていた、前年同様にうすい暗茶灰色の水田層の3カ所から土塊を採った。当時の土壌水分は22.7% (20.1~23% Wet base)、発芽試験は翌日7gのパーライトを盛ったシャーレに埋土25gを敷き、20シャーレに置床し、それを戸外のガラス発芽器 (11~37°C) に入れて、水分は飽和状態に保った。そして第1回移植は10月27日までに発芽していた幼植物 (1~1.5cm草丈) を殺菌

土を表面に敷いた径 16cm 樹脂製ポットに移植し、最初室内の窓ぎわにおかれたコイトロン—KB 型 (24~27°C) に入れて生育させたが、生育が不十分で、中には褪色するものが見られたので 11 月 17 日に戸外のガラス発芽器 (7~29°C) に戻し、さらに 11 月 27 日に温室 (14~28°C) に入れた。また第 2 回は 2 月 3 日に移植し温室で生育させた。

b) 同年 10 月 19 日によく洗った移植ゴテをもって同じ個所の水田層から約 15kg (当時採取土壌の水分は 26% になっていて乾土 10.7kg) の土を採って 35×57×14cm のアルミ製の平箱に 8cm の深さに詰め水分を飽和状態に保って、前記のコイトロン KB 型 (24~28°C) に入れたが、11 月 27 日 (30 日後) までに 6 本のイグサが生えたのみでその生育も不良であった。それで 11 月 27 日に表層を浅く耕やし、前述の温室 (夜間照明) に入れ、十分な水分を注いで発芽生育させた。この方法ではきわめて発芽がよく、またその発生幼植物はほとんど全部が生育し、その後、第 1 回 2 月 3 日に 8 株、第 2 回 5 月 8 日に 26 株を樹脂製または磁器製ポットに移植した。

c) 10 月 21 日にザンゴウの水田層で南向の垂直断面に発生したイグサおよび雑草幼植物を観察した。

埋土種子の分離検出方法

第 1 回；埋土種子の分離検出は、1963 年 9 月採土風乾後に 10g を砕いてビーカーに入れ、炭酸加里 33% 液 (比重 1.32) 50cc を加えてガラス棒でかきまぜ、しばらく放置すると土壌と、種子、有機物とが二層に分離するので上層液をロートに敷いた濾紙に静かに移して濾紙上でうすい泥土に混じているものを実体顕微鏡 (×10~60) で見て内容のある種子、内容のない果種皮のみのもの、またイネおよびコナギの根などにピンセットでよりわけた。

第 2 回；第 2 回採土では炭酸加里 50% 液 (比重 1.47) 50~70cc で前年同様に処理した。第 2 回のほうが有機物、種子の上層液と土壌の沈澱層との分離がやや容易なように考えられた。

埋土種子の発芽生育試験成績

第 1 回試験成績；1963 年に採取した埋土種子の発芽生育は第 1、2 表のようであった。すなわち、12 シャーレ (埋土 240g 風乾土 187g) 中 9 シャーレから (1) 双子葉幼植物のアゼナ (またはミゾハコベ、キカシグサ) (2) 単子葉幼植物タマガヤツリまたはコゴメガヤツリと推定される幼雑草が置床 14 日目 (9 月 17 日) から同 43 日目 (10 月 16 日) までに各 6 本発芽した。それらは 10 月 24 日の移植日までは、(1) 5 本、(2) 2 本がシャーレ中で子葉時代に枯れた。10 月 24 日に予め殺菌土を 5cm の深さで表層に盛った径 13cm の素焼ポットに (1) は 2mm 長のもの、(2) は 1~2cm 長のものを移植し、戸外に置かれたガラス発芽器 (12~32°C) に、次の 1 週間は戸外のコイトロン KB 型 (20~25°C) に、その後は温室 (20~30°C) に置いた。(1) は 1 本のみ移植されたが、それはきわめてかんまんな生育で発芽後 97 日目で草丈 1.6cm、基数 2 本、7 対生葉で小雑草は這う傾向が見られ、同日萎凋しはじめた。(第 1 図版 a)。当時はミゾハコベの生育中途のものと観察し、それをぬき取って措葉にしたのちに廓大鏡で見ると、小さい種子のない 3 つの不完全果と 12 種子を内蔵した小さい 1 萌芽を着けていた。その種子は最初ミゾハコベと推定したが、ミゾハコベは表面の網状斑紋は横に細長くやや明瞭で側面が曲った細長であ

るのに比べて本種子はやや短大で表面の網状斑紋は不規則ではっきりしない。なお措葉をよく検査すると葉は3脈が明らかであり、果実もアゼナに似ていて、矮小なきわめて発育

第 1 表 埋土雑草種子の発芽と生育 (第 1 回シャーレ試験)

採取場所 雑草名	調査日	20日後	30日後	40日後	50日後	60日後	120日後	180日後	240日後
		9月24日	10月4日	10月14日	10月24日	11月2日	1月1日	3月1日	4月30日
ミゾハコベ? (または) キカシグサ アゼナ	A 2	9.30△—————×10.24							
	D 1	9.20△—×9.27							
	E 1	9.17△—×9.30							
	"	9.20△—×9.27							
	E 2	9.17△—×9.28							
アゼナ	C 2	9.20△—————○(草丈2mm)—————■12.26							
タマガヤツリ	B 2	9.27△—————○(草丈10mm)—————×12.19							
	"	" △—————○(" 20 ")—————◎2.10—●4.24							
	D 1	10.16△—————×10.26							
	"	" △—————×10.30							
	"	9.20△—————○(草丈20mm)—————◎2.18—●4.24							
E 1	9.29△—————○(" 18 ")—————×12.1								

9月4日置床, 10月24日移植, △発芽 ×枯死 ○移植 ◎開花 ●成熟 ■不十分な開花.

第 2 表 同上 10月24日移植後の草丈, 葉数, 開花および枯死状態

採取場所 雑草名	調査日	1963年						1964年																
		10月24日 (51日目)		12月19日 (107日目)		1月21日 (140日目)		2月1日 (151日目)		2月20日 (170日目)		3月6日 (185日目)												
		茎数	草丈	葉数	茎数	草丈	葉数	状態	茎数	草丈	葉数	状態	茎数	草丈	葉数	開花数	茎数	草丈	葉数	開花数				
B 2	タマガヤツリ	1	2 ^(cm)	3	1	9 ^(cm)	6	健全	3	29 ^(cm)	14	健全	4	32	19	6	48	39	2	10 ^(cm)	52	59	6	
	"	1	1	3	1	4	5	半枯れ				枯死												
C 2	アゼナ	1	0.2	2	2	1.6	14	しおれる																
D 1	タマガヤツリ	1	2	3	1	6	4	健全	2	27.5	7	健全	3	33	14	5	38	27	1	12	57	63	5	
E 1	タマガヤツリ	1	1.8	3				12月7日枯死																

第 3 表 同上 タマガヤツリ成熟株の調査 (1964. 4. 24 採取)

採取場所	雑草名	項目	乾重	茎長	葉数	花茎数	穂数	穂当種子数	1株当 推定種子数
B 2	タマガヤツリ		5.8 ^g	31.5 ^(cm)	46	29	107	972	103,904
D 1	タマガヤツリ		7.2	37.5	60	24	91	1,368	113,488
	平均		6.5	34.5	53	26.5	99	1,170	108,696

タマガヤツリの結実の開始は両株とも3月17日。穂は小穂が集った球形のもの,

の不良のアゼナ植物体と同定された(第2図版a)。これはさきに30カ年埋土のミゾハコベ、またはキカシグサと推定した幼植物が子葉または3葉時代に枯死し、十分な生育でなかったのと事情がやや似ている。

一方、単子葉幼植物では、おそく置床43日目に2本発芽したものは、シャーレ中で枯死、早く置床17~26日までに発芽した4本は、51日目に移植され、そのうち2本は、64~84日目、3~5cm草丈のとき衰弱枯死し、残りの2株も初期は生長が不良であったが温

第4表 a. 埋土のイグサおよびタマガヤツリの発芽と生育(第2回シャーレ試験)

		発 芽 数								
調査日 採取場所	10日後	20日後	30日後	50日後	80日後	100日後	125日後	150日後	計	
	10月10日	10月20日	10月30日	11月19日	12月19日	1月8日	2月2日	2月27日		
A 1~5	6	7	3	5	0	—	—	—	21(1)	
A' 1~5	6	2	2	2	2	—	—	—	14	
B 1~5	14	6	3	0	0	—	—	—	23	
C 1~5	5	10	0	4(1)	3	—	—	—	22(1)	
計	31	25	8	11(2)	5	—	—	—	80(2)	

		枯 死 数								
調査日 採取場所	10日後	20日後	30日後	50日後	80日後	100日後	125日後	150日後	300日後	計
	A 1~5	0	0	6	7 2	1 —	—	—	—	
A' 1~5	0	1	4	3 0	—	—	—	— 4	—	8 4
B 1~5	0	0	1	15 0	3 —	—	—	—	—	19 —
C 1~5	0	3	2	8 2	2 —	—	—	—	— 1	15 3
計	0	4	13	33 4	6 —	—	—	— 4	— 3	56 11

9月30日置床、27日以前はシャーレ中で、30日以後の上段はポット、下段はシャーレ中で枯死。

第4表 b. 同各期におけるイグサおよびタマガヤツリの発芽、枯死、生存数

調査日		10日後	20日後	30日後	50日後	80日後	100日後	125日後	150日後	300日後	計
第一回	発芽数	31	25	8	0	0	0	0	0	0	64
	枯死数	0	4	13	33	6	0	0	0	0	56
	生存数	31	52	53	14	8	8	8	8	8	8
第二回	発芽数	—	—	—	11(2)	5	0	0	0	0	16+2
	枯死数	—	—	—	4	0	0	0	4	3	11
	生存数	—	—	—	7(2)	12(2)	12(2)	12(2)	8(2)	5(2)	5+2

- 20シャーレ(50gの土壌)からのイグサとタマガヤツリ(括弧内)の発芽及び枯死数。
- 第1回10月27日に53本、第2回2月3日に14本ポットに移植。

室内で12月下旬から生長が盛んになり、2本のうち1本は、2月10日(発芽後137日目)、他の1本は、2月18日(発芽後152日目)に開花を始め、タマガヤツリと同定された(第1図版b)。3月6日莖数10~12、草丈52~57cmとなり、3月17日頃に果実の最初の成熟が見られ、4月24日に(発芽後211~216日目)採取した成熟株は、第3表のように乾重5.8~7.2g、最長の稈長は31.5~37.5cm、球形穂91~107、1株の推定種子数は実に10余万粒をもつ大株に生育した。これは、水田で大きく生育したものと比較して何ら遜色がなかった(第2図版b)。

第2回発芽生育試験成績：3方法別にその成績を述べる。

a. シャーレでの試験成績：9月30日3ヶ所A, B, Cの水田層から採取した土(埋土500

第5表 a. 埋土イグサ幼植物10月24日移植後の生育(1964~65)

調査日 項目 採取場所	1月5日				1月21日				2月3日				3月22日			
	株数	草丈	丸茎	葉数	株数	草丈	分けつ	葉数	株数	草丈	分けつ	葉数	株数	草丈	分けつ	葉数
A 4~5	1	3.0 ^{cm}	0 ^本	9	—	8.5 ^{cm}	6	17	—	14 ^{cm}	6	17	—	24.5 ^{cm}	73	80
"	1	5.2	1	15	—	11.5	12	24	—	16	12	24	—	27.0	43	50
A' 1~3	1	1.0	0	3	—	2.8	2	7	—	5	6	14	—	16.0	40	63
A' 4~5	1	2.5	1	12	—	7.0	4	10	—	12	5	11	—	24.0	63	59
B 4~5	1	5.6	1	14	—	14.0	8	13	—	20	8	16	—	25.0	57	67
"	1	10.5	3	17	—	25.0	15	22	—	33	16	33	—	35.0	81	93
"	1	5.0	4	20	—	12.0	18	34	—	19	21	34	—	31.0	91	105
"	1	2.0	0	4	—	2.0	0	4	—	—	—	—	—	3.2	4	8
平均	8	3.1	1.3	11.8	8	10.3	8.1	16.4	8	14.9	9.3	18.6	8	23.2	56.5	65.6

第5表 b. 同上イグサ幼植物2月3日以後の生育および成熟

調査日 項目 植物名	3月22日				8月18日			成熟株		
	本数	草丈	丸茎	葉数	本数	草丈	莖数	乾重	莖数	穂数
イグサ A	1	6 ^{cm}	6	16	1	43 ^{cm}	288	28	305	—
	1	1	0	4	—	枯死	—	—	—	—
	1	0.2	0	1	—	枯死	—	—	—	—
C	1	1.5	0	6	1	15	5	0.2	8	—
	1	6.5	6	17	1	49	72	7.6	140	—
	1	11	4	11	1	40	42	4.8	62	—
	1	7	1	7	1	14	4	0.1	5	—
	1	0.5	0	3	—	枯死	—	—	—	—
タマガヤツリ	1	3	1	11	—	57	19	1.5	13	57
	1	8	2	6	—	57	25	3.5	15	83
平均	1	6	1.5	8.5	2	57	22	2.5	14	70

10月24日第1回イグサ53本を8ポットに移植し、1月5日まで8本が生存、他は中途枯死。
2月3日第2回イグサ12本、タマガヤツリ2本移植、うちイグサは3月22日までに4本、
8月18日までに3本が枯死、

g……風乾土 387 g) を 20 コのシャーレにとって、その発芽と移植後の生育をしらべた結果は第 4, 5 表のようであった。すなわち、イグサが 10 月 9 日(方 3 図版 a)より 11 月 31 日までに 80 本、タマガヤツリが 11 月 27 日、同 30 日各 1 本ずつ計 82 本が発芽した。後述(第 8, 9 表)するように、風乾土 100 g 中のイグサは 106 粒、20 コのシャーレの乾土 387 g 中推定 410 粒の埋土数であり、それを 0.3 cm の厚さに敷いたとき 80 本の発芽は、その発芽率は 19.5 % と推定される。それら幼植物は、第 1 回 10 月 27 日にイグサ 53 本、第 2 回 2 月 3 日にはイグサ 12 本、タマガヤツリ 2 本(34 粒中 2 本の発芽なので 6 % 発芽率)がポットに移植された。すなわち、第 1 回移植では、移植 20 日目までに枯死が多く、全期で 56 本が枯れ、生存は 8 本にすぎない(第 3 図版 b)。また第 2 回 2 月 3 日に 12 本移植したイグサは、3 月 22 日までに 4 本、その後 3 本、計 7 本が枯れ、8 月中旬現在、2 本は生育不良、3 株が順調な生育をつづけている。すなわち草丈 40~49 cm、莖数 42~288 本になった。一方、タマガヤツリは枯死がなく 2 株ともよく生育し、8 月 18 日現在、草丈 57 cm、莖数 22、成熟株は乾重 2.5 g、穂数 70 であり、発芽がおくれたので第 1 回試験のものよりやや小株であった。

結局、シャーレ試験で発芽したイグサは、シャーレ中で少数が枯死し、子葉時代にポットへ移植したものはその活着が不良で、80 本発芽して 11 株が生育を全うしたに過ぎない。しかし一方、タマガヤツリは 2 本のみの発芽であったが 2 株とも結実するまでに生育した。

b. アルミ箱での発芽生育成績：約 2000 cm² 面積のアルミ平箱に埋土 15 kg (乾土 10.7 kg) を深さ 8 cm に盛って温室に置いた試験では、発芽したイグサを第 1 回 2 月 3 日に 8 本(草丈 10~12 cm、分けつ 1~3、8~10 葉)を径 16 cm のポットに、第 2 回 5 月 8 日に任意 26 株(草丈 20~50 cm、分けつ数 20~120 本)を、また同日 5 葉、草丈約 2 cm 長のミズワラビを移植し、他の 3 本のトキワハゼ、1 本のトキンソウ、タガラシはそのままアルミ箱に残し、それらの生育を観察した(第 4, 5 図版)。その結果は第 6, 7 表のようであった。すなわち 2000 cm² 面積内で 11 月 27 日より 1 月 5 日(再置床 40 日後)までに 62 本発芽、その中 6 本は 1 月 20 日から 2 月 3 日までに枯れ、また 2 月 3 日から 3 月 19 日までに 17 本が発芽し、その期間に 4 本が枯れた。この箱 2000 cm² の深さ 0.3 cm 中の換算した埋土種子数は、後述(第 9 表)のように 644 粒となり、この箱での 79 本の発芽率は 12.3 % と推定された。イグサの幼植物は最初子葉先端に種皮を着生し、やや曲っていて 1~5 葉頃までは、剣状葉(巾 0.5 m)をもってコナギの幼植物に似ているが(第 8 図版 c)、以後丸葉の分けつ茎となり、その基部に短い葉をつけ、イグサの形態を示した。3 月 19 日の調査では、全部丸葉であった(第 6 図版)。

結局、この平箱での生育は、シャーレの場合よりも発芽率は若干低下するようであるが、発芽幼植物の生育はきわめて良く、シャーレ試験では 80 本中 67 本が中途枯死したのに比べ、アルミ箱では 79 本中 10 本が枯れたにすぎない。その分けつ 1~3 本、5~8 葉時代に 8 本移植したが 2 本が枯れ、6 本が活着した。また分けつ 20~120 本のを 26 本移植したが全部が活着し、8 月 26 日に草丈 52~65 cm、莖数 115~411、6 月上旬に 1 株は結実茎 1 本、他の 1 株は結実茎 7 本をもった。また、このアルミ箱では 1 月上旬から 3 月中旬までに、トキワハゼ 4 本(但し 1 本は 3 葉時に標本として抜取る)、2 月上旬にトキンソウ、タガラシ各 1 本、3 月上旬にミズワラビ 2 本が発芽し、ミズワラビは 5 月 8 日にポットに移植し、他は同箱で生長して成熟株となった。その生育ならびに成熟株の調査は第 7 表のよ

第 6 表 a. アルミ平箱での畑土イグサ種子の発芽と生育 (1) (1964~65)

調査日 項目 区分	1 月 5 日			1 月 20 日			2 月 3 日			3 月 19 日		
	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数
I	8	1.9	3.8	8	3.8	4.4(3)	4	6	7.2(2)	2	19.5	18.5
II	18	1.2	2.3	18	3.4	4.4(2)	17	5.1	6.9(7)	11	14.0	16.6
III	3	1.5	3.7	3	5.3	6.0(1)	3	7.4	8.0(3)	2	15.0	23
IV	6	1.1	1.7	6	2.1	3.3	4	3.6	5 (1)	5	18.2	13.8
V	8	1.1	1.8	8	1.9	2.5	7	2.8	3.6(1)	10	3.9	5.2(1)
VI	7	1.4	2.4	7	2.1	3.4(1)	8	3.9	4.1(2)	8	5.0	6.5(4)
VII	8	1.5	3.3	8	3.0	4.0(1)	7	4.6	4.9(3)	6	7.7	7.5(5)
VIII	4	0.98	2.0	4	2.0	3.5	4	3.5	4 (4)	4	6.2	5.7(2)
計	62			62			56			48		
平均		1.3	2.6		3.6	4.3		5.5	6.5		15.4	16.3

第 6 表 b. 同上第 1 回 2 月 3 日移植後のポットでの生育

調査日 項目 区分	2 月 3 日			3 月 19 日			8 月 26 日			
	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	
I	2	10	1	20	23	1	52	411	911	
II	2	10	1	23	18	1	65	410	971	
III	2	12	2	33	41	2	61	246	1,012	
IV	2	11	2	28	27	2	59	115	1,012	
対照							2	71	284	1,509

備考. 11月27日以後の発芽生育を示した a 葉数()内は分けつ葉をもつ株数, なお9月26日刈取り平均生重はaでは27g bでは33.8g, 対照50.3gであった.

第 6 表 c. 同上第 2 回 5 月 8 日移植後のポットでの生育

調査日 項目	5 月 12 日			6 月 10 日			8 月 26 日					
	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数			
平均	26	46.5	70	26	46.8	115.4	2	26	51	264	0	940

第 6 表 d. 同上アルミ箱に残っているものの生育

調査日 項目	5 月 12 日			6 月 10 日			8 月 26 日				
	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数	本数	草丈 cm	葉数		
平均	12	31.3	21	12	34	31	0	12	31	58	0

第 7 表 a. アルミ平箱での埋土雑草種子の発芽と生育 (2) (1964~65)

雑草名	3 月 19 日			3 月 29 日			5 月 12 日			6 月 10 日			8 月 12 日				
	本数	草丈 cm	茎数	状態	本数	草丈 cm	葉数	状態	本数	草丈 cm	茎数	本数	草丈 cm	茎数	本数	草丈 cm	茎数
イグサ	48	15.4	16.3	生育中	48	—	—	—	38	38.9	45.5	38	40.4	73.2	38	—	—
トキワハゼ	3	—	—	"	3	8.25	4.5	46.5	3	20	5.5	3	26.5	—	—	—	—
トキンソウ	1	—	—	開花	1	2.5	2	23	1	4	—	成熟	—	—	—	—	—
タガラシ	1	—	—	生育中	1	10.5	5	10	1	26	—	成熟	—	—	—	—	—
ミズワラビ	2	—	—	"	2	1.6	1	5	2	3	2.5	2	—	—	2	23.3	12

トキワハゼは4本1月上旬~3月中旬, トキンソウは2月上旬, タガラシ, ミズワラビは3月上旬発生し, 5月8日ポットに移植したもの, トキワハゼは1本2月1日(3葉期)標本にした。

第 7 表 b. 同上成熟株の大きさと結実数

雑草名	調査項目	乾重	草丈 cm	花茎数	葉数	根長 cm	花数	I花当り種子数	株当り種子数
トキワハゼ		1.3	30	3	45	7	91	461	41,951
"		1.65	21	7	93	9	66	496	32,736
"		0.4	18.5	1	35	6	21	435	9,135
トキンソウ		0.1	4	6	88	2.5	46	—	—
タガラシ		0.15	26	9	19	2	15	25	375
ミズワラビ		1.9	23	24*	1**	4.5	—	—	—

* 胞子を着生した葉, ** 抜取り以前に枯葉した。

うであった。すなわち、タガラシは草丈 26 cm, 基数 19, 花数 15, トキンソウは草丈 4 cm, 葉数 88, 花数 46 で、両種は小, 中株であったが、トキワハゼは通常圃場に生育するものに比べて遜色がなく、草丈 19~30 cm, 葉数 35~93, 花数 21~91, 1 株結実数 9,000~42,000 粒をもつと推定され、大きな成熟株となった (第 7 図版)。

c. ザンゴウ垂直断面での幼雑草の観察：掘られたザンゴウの南向きの垂直断面で 20 cm 巾の水田層を 225 cm 長で 2 カ所を区画し、10 月 21 日に発芽した幼植物を観察した結果は、後述 (第 9 表) のように A 個所では垂直断面 4500cm² にイグサ 72 本, B 個所では 21 本が発生していた。これは 0.3 cm 厚さに含まれる換算種子数が 1,450 粒となるので、A 4.3% と B 1.4% の発芽率となり、シャーレ、またはアルミ平箱での発芽試験の場合よりもかなり低率である。これは垂直断面からの発芽が表層の場合より困難なためと解せられる。また調査個所以外の同垂直断面では、各 1 本ずつのタガラシ、レンゲ、カラスノエンドウと数本のトキワハゼ (第 8 図版) が発芽していたが、このザンゴウはまもなく建築のため埋められたので生育状況の観察は中止せねばならなかった。

土壌種子の分離検出の成績

第 1 回試験成績：風乾土 10 g をビーカーにとり炭酸加里 33% 液 50 cc を加えかきまぜて放置、土粒は沈澱せしめ上層液をロート上の濾紙で濾し、紙上に附着した埋土種子を実体顕微鏡でくまなく視野に出して検査した結果、第 8 表 a のように 10 試料 (乾土 100 g) 中に内容ある種子 35 粒、果種皮のみのもの 157 粒が検出された。この粒中タマガヤツリ 1 粒、ヒデリコ、ミゾハコベと推定されるもの各 2 粒で、他は球形粒のもので、その種類は不明であった。なお黄色のイネの小根片 87, コナギ (*Monochoria vaginalis* PRESL.) の紫色

第 8 表 a. 埋土 (風乾) 100 g 中の種子と根片の検出 (第 1 回) (1963~64)

雑草名 採取場所	タマガ ヤツリ	ミゾ ハコベ	ヒデリコ	球 形	計	イネの根	コナギ の 根	ミゾハコ ベの破片
A 1~4	1	—	—	12	13	65	0	3
B	—	—	—	7	7	5	6	—
C	—	—	—	1	1	5	5	—
D	—	1	—	1	2	2	24	1
E 1~4	—	1	2	9	12	10	28	1
計	1	2	2	30	35	87	63	

第 8 表 b. 同 上 (第 2 回) (1964~65)

雑草名 採取場所	イグサ	タマガ ヤツリ	ミゾ ハコベ	莖 科	小球形	大球形	その他	計
A 1~4	47	6	2	0	5	0	4	64
B 1~3	36	0	2	1	13	2	12	66
C 1~3	23	3	0	0	17	2	2	47
計	106	9	4	1	35	4	18	177

がかった小根片 63 が見られた。

第 2 回試験成績：1965 年 1 月 19 日～3 月 22 日に乾土 10 g をビーカーにとり炭酸加里 50 % 液 50～70 cc で、前年同様処理し埋土種子を分離検出した結果は、第 8 表 b のように風乾土 100 g 中、各種の形の内容のある種子としてイグサ 106 粒、タマガヤツリ 9 粒、ミゾハコベ 4 粒、小球形やその他種類不明のもの 57 粒、荳科種子 1 粒、イグサとイネの根の小片合わせて 80 本が検出された（第 9 図版）。このようにイグサ種子多数の検出は、前述のイグサの幼植物の多数発生とよく一致し、またタマガヤツリ 9 粒とミゾハコベ 4 粒が検出された。おそらく第 2 回試験の敷地場所はその一部で何年かイグサが栽培されていたと思われる。また稲田あるいはイグサ田の雑草として、タマガヤツリ、タガラシ、ミズワラビやその周囲の畦畔雑草としてトキワハゼ、トキンソウが発生した。さらに比較的長寿といわれるレンゲ、カラスノエンドウなどの発生を見たのは稲田での畦畔若しくは同裏作麦田での生育に由来したものと考えられる。

50 余年埋土水田層の pH と Eh

1963 年 9 月 17 日、1964 年 9 月 29 日に採取した水田層の土を風乾後にビニール袋に入れて室内に置いた。これを 1965 年 8 月に取り出して pH は東亜電波 KK のガラス電極 pH 計 DM-1A 型で、Eh は同社の小型携帯用 Eh 測定器 RM-1 型を用いて測定した。その結果は、1963 年の採土は pH 5.2～6.0、Eh 400～490 mV、1964 年採土は pH 5.2～5.9、Eh 370～470 mV であった。また新しく 1965 年 8 月にそれらより約 100 m 東で地表下 60 cm の水田層から土を採取し、その直後にしらべた結果は、pH 5.8～6.8、Eh 260～440 mV、同風乾後では pH 5.2～6.4、Eh 400～470 mV、また同土壌をアルミ箱に盛って飽和水分として 20 日間保った後の測定では、Eh 240～300 mV であった。なお対照として湛水田の水は、Eh 240～300 mV、湛水下の水田表層（3 cm 下）は pH 5.8～7.0、Eh 200～300 mV、水より出た畝立栽培の畦上では Eh 320～380 mV、水面下 5～15 cm では pH 6.1～6.4、Eh 280～350 mV、畑土表層から 20 cm までは pH 6.4～7.2、Eh 300～440 mV であったので、この 50 余年間敷地に埋没した水田層の pH は、当所圃場の水田、畑地状態のものよりやや酸性であり、同 Eh は湛水下の水田のものよりやや大きく、水面から出た水田畦上の場合または畑地状態に近いようである。

考 察

種子の寿命については、古く Becquerel (1907) がパリの Natural history 博物館の種子標本から 500 種を試料として試験している。そのうち *Leguminosae* マメ科、*Nymphaeaceae* スイレン科、*Malvaceae* アオイ科、*Labiatae* シソ科に属する 20 種が 28～87 年の寿命があった。また Ewart (1908) はオーストラリアで約 800 種の新しいものから 50 年以上の古種子を発芽試験して種子の寿命を短命 (Microbiotic seed) 3 年以内のもの、常命 (Mesobiotic seed) 3～15 年のもの、長命 (Macrobiotic seed) 15～100 年のものに 3 区分した。長命種子にはマメ科 137 種、アオイ科 15、*Myrtaceae* フトモモ科 14、スイレン科、シソ科各 2、その他 6 科に属するものが各 1 種あった。わが国での近藤 (1933) の実験では、短命 1～2 年 中間のもの 2～3 年、長命 4～5 年またはそれ以上に区別し

た。その後、Becquerel (1934) は *Cassia multijuga* カワラケツメイ属のものが 158 年間寿命があったという。このようにマメ科などに属するものが長命なのは、一般に水が滲透しない果種皮をもった硬実種子であるためである。近藤、笠原、一色(1936)らは、ガラス管ビンの水中に貯えたレンゲの硬実粒が 17、8 年後に 3 粒発芽したので、その生育と開花および結実した次世代種子の硬実率についてしらべ、普通のものとは変りないことを発表した。故大賀博士(1923, 26, 27)の古代のハス (*Nelumbo nucifera*) 種子の発芽生育についての研究は有名である。その第 1 報は南満洲の泥炭地の埋土種子を供試したもので、これらは少なくとも 120 年 (160, 250 年) 以上、または 200~400 年埋れていたとし、それが発芽し通常の生育をしたと記している。このハス種子の長命は堅い皮をもつためであるという。さらに同氏は、後に弥生時代のもたとされた千葉県検見川の遺跡で丸木舟の断片の出た同一地層で 1948 年には 3 粒、1951 年には多数のハス種子を発見、それから発芽した幼植物が開花したことを報告している。今日、周知のようにこの古代ハス種子からの植物体が各地の公園などで花を咲かせている。Libby (1954) は、この丸木舟の破片を放射性炭素によって年代測定した結果、3,075±180 年以前のものとした。小沢 (1950) によれば、故小山が 1925、28 年の両年に 69 種の樹木種子を素焼鉢で畑土を混ぜて地表下 30 cm の位置に埋めておいたものを引きついで実験した結果、23 年間発芽力を保ったものは、ホホノキ、ネムノキ、クズ、ニセアカシヤ、ヌルデ、エゴノキ、ハクウンボク、イヌザンショウなどであり、それらの幼植物は普通に生育したという。マメ科、ハゼ科に属して硬実粒をもつ種類が長命であった。それら埋土種子は、地中にある間は休眠状態で地表に出ないかぎり発芽しない。それらの種子はなお 10~100 年間は寿命があると推定している。

以上の長寿種子は、堅い果種皮をもつ例であるが、微小で果種皮の薄い雑草種子が、深く土中に埋った場合に長命であるという報告が数例ある。古くは Shull がある池の堤防決壊のため 70 年来初めて地底を現わした池の泥土を 1904 年 11 月に発芽試験した時、多くの水生植物の他に、*Plantago major* オオバコ、*Daucus carota* ニンジン、*Polygonum aviculare* ニワヤナギ、*Rumex crispus* ナガバノギンギン、*Trifolium pratense* アカツメクサなど 8 種が発芽したことを見ている。また Brenchley (1918) は、イギリスの Rothamsted 農事試験場の圃場で 1~12 インチの深さに採土して、現在、牧草地で 50 年前に耕地であった当時の雑草の発生を認めた。近年、また Turill (1957) は、同農試の一部牧場では、300 年も以前に埋没した耕地雑草種子が発芽し、また他の場所では 30~40 年前のものが発芽したと言っている。

雑草、野草、作物などの草本植物の埋土種子の寿命について実際に管理して、その年代を正確にしている実験は、恐らく Beal (1904) の試験が最初であろう。すなわち、1879 年 20 種(樹木種子を加えて 23 種)を試料として各 1,000 粒を適当に水分をもった川砂に混じてビンに入れ、水の浸入をさけるためビン口を封じないで下向にして地表下 18 インチに埋め以後、5 年、10 年おきに取り出して発芽試験した。その実験は Darlington (1951, 61) らが引きつづ担当し 70、80 年後の発芽成績を発表している。すなわち、40 年後には 8 種、70、80 年後には *Oenothera biennis* メマツヨイグサ、*Rumex crispus* ナカハギンギン、*Verbascum blattaia* ニワタバコが発芽した(しかしニワタバコは 40 年以前の発表の原表には記載がない)。Goss (1924)、その後 Toole および Brown (1946) の報告には、1902 年に Duvel が 107 種の種子を殺菌した土壌と混じりポットに入れその上に多孔質の皿で蓋

をし、8、22、42 インチの深さに埋めて後に数回取り出して発芽試験したところ1年後に71、3年後61、6年後68、10年後69、16年後51、20年後51、30年後44、39年後36種が発芽したという。埋土は深い方が発芽率が高く、15%以上の高い発芽率を示したのは16種であり、また18種は6%以下であった。それらは雑草、野生植物が大部分で作物種子は1年後に大部分が発芽力を失った。作物では39年間の生存は、ただ *Nicotiana tabacum* タバコと *Trifolium repense* シロツメクサの2種のみであった。Goss および Brown(1939, 40) によれば、栽培水稻種子は耕起される土壌層に埋めた場合、第1年目の冬の間に発芽力を失うが、雑草の赤米は抵抗性が少し強い。一般に、種子は灌水しない地区で埋土するよりは灌水地区下での埋土の方が長命であった。また赤米はカリフォルニアでの土壌温度における乾燥貯蔵は3冬後にもよい発芽力があり、アーカンサスでは灌漑土壌下に埋められて10年後にも若干発芽したという。Brown および Porter (1942) は、雑草種子を埋土し、3年後にその深さと発芽力との関係をしらべた。 *Lepidium draba* アカウグンバイ、 *Lepidimn repens* コセウソウ属など3種は、埋土4~6インチの深さのものが早く発芽力は減少し、 *Euphorbia esula* ハギクソウは6~18インチのものがよく発芽した。しかし *Solanum carolinense* ナス属では深さの関係が逆であり、地表下4~6インチ下では98%の発芽率であったが、16~18インチでは実質的にはほとんど生存種子がなかった。Kjaer (1948) は10カ年間埋土後に発芽した9種の種子は乾燥貯蔵のものよりも湿土の中の貯蔵が実際に長く生命が残るといふ。Barton (1961) の書には、埋土雑草種子の長命について特に注目すべきことは、不渗透性の果種皮をもたないそれらの種子は、湿土にあえば直ちに吸水するはずである、にもかかわらず、長い間発芽力を保つことである。ただ、いくつかの種類は第2次休眠に導かれるのであろうが、それら種子の殆んどは休眠性種子とは考えられないし、埋土によって深い休眠 (deep dormancy) への導入も考えられないと記している。しかし、我が国では夏期湛水する水稲田、年中湛水する湿田やイグサ田での雑草種子の生態はそれとちがうものがある。たとえば、荒井、片岡(1956)、荒井、千坂(1961)、荒井、宮原 (1960, 62) らが、裏作のスズメノテッポウと水稲田のタイヌビエの両種について第1次、第2次休眠、埋土中の寿命などの研究報告をしているが、それによれば、スズメノテッポウの寿命は一般に短い、畑地水分下では第1年目の秋までに大部分が地中発芽しているが、常時湛水下では第3年目の秋まで生存している。この種子の第1次休眠は夏の湛水下で目ざめ、湿田では11月に入り低温低酸素分圧下で第2次休眠に導入され、これがまた夏の高温湛水 (低酸素分圧) 下で目ざめる。すなわち、冬一休眠、夏一目ざめのサイクルを繰返している。またタイヌビエの第1次休眠は低温 (3~5°C) においては、20~30°C (発芽温度) よりもその休眠の目ざめが早く進行し、水分が多いほど目ざめの進行が早い、目ざめた種子を乾燥すると休眠性に逆戻りする。また目ざめた種子は、発芽に対する温度、酸素のある期間の不足条件下では、環境休眠のまま第2次休眠に入る。この2次休眠は高温 (または低温) 湛水処理で目ざめる。すなわち、湛水田では3~5月に目ざめ、8~9月に休眠し、そのサイクルを繰返しているので前述スズメノテッポウと対照的であるとした。またタイヌビエの発芽に及ぼす環境要因としての発芽温度は最適30~35°C、最高45°C、最低10~15°C、pHは4.7~8.3までの間は直接的影響がない、発芽の最適土壌水分は容水量の70~95%、湛水土壌中で表層を除けば Eh 350~400 mV 以下では Eh の低下にともなって発芽歩合はほぼ直線的に低下する。

これは酸素濃度の低下と還元性物質の生成によるものと考えられるといい。なお土中での種子は休眠中には死滅が起らない。死滅は休眠から目ざめた種子が酸素と水分が与えられ生理作用が活発となったとき起こるもので、したがって年中湛水されている湿田での埋土種子は休眠のまま長く生存するという。また一般に、水田雑草種子は湛水の条件下で保存されやすいと言われている。

次に埋土雑草の粒数については、蔭山(1951)が甘藷畑でメヒシバの無除草地 10 cm²の土塊から平均 218.1 粒 (a 当換算約 218 万粒) を得ている。Robinson (1949) はアメリカの Minnesota の作物畑で 1 ft 平方で 6 インチの深さの土壌中に活力種子 98~3068 粒 (1 a 当り 10.9~341 万粒) を得た。また Robert (1956) はイギリスの Wellesbourne の耕地 1 エーカー当り (表層 15 cm) 56 種, 22,900 万粒 (a 当り 572.5 万粒) の雑草種子を検出した。栗野、飯泉 (1956) らの畑地雑草の埋土 100 cc 当りの調査によれば、a) 無除草耕地は平均 14.5 種数, 346.6 粒, b) 牧草畑, 10.3 種, 213.2 粒, c) 大豆畑 11.2 種, 141 粒 (1 cm の深さに含まれる種子数は a 当り 141 万粒) という。また沼田 (1964) らは、地表下 0~30 cm 内を 6 段階の深さで採土し埋土種子を分離検出した。それによれば、a) ヒメジョオン群落で 1960 年 6 月, 土壌 20 l 中 24 種, 2,607 粒, 同 12 月は 1.6 l 中 14 種, 2,006 粒, b) チガヤ群落では同年同量の土で、それぞれ 11 種 571 粒, 11 種 712 粒を得た。a は、その大部分が 0~2 cm までの層に含まれ、b は、0~10、または 0~20 cm 層に保持されているという。荒井、片岡 (1956) らは、水稲田耕土を表層から 3 cm ずつに区分し、第 1~5 層のスズメノテポウの生存種子数をしらべているが、不耕起区では 75 cm² 当り全層で 224.3 粒、(a 当り換算して約 300 万粒) が検出された。

笠原は、さきに 30 年間埋没した地表下 60 cm の水田層を採土して 26 ポットからキカングサ 3 本、ミゾハコベ 1 本が発芽したが、前者が子葉時代、後者は 3 対葉で枯死したことを報告した。この時の埋土種子の分離では、乾土 100 g 中内容のある種子 20 粒のうちキカングサ 7.5 粒が検出された。26 ポットの表面積は 800 cm²、表層 1 cm の深さに敷いたと仮定するとその埋土数は推定 400 粒、(a 当り換算 50 万粒) うちキカングサ 39 粒で 3 本の幼植物の発芽 (発芽率 8%) をみた。また本報告の第 1 回試験 (1963 年の採土) では既述した第 8 表 a のように、100 g 中の内容のある種子は 35 粒で 12 シャーレ (風乾土 187 g) 中 45.5 粒が含まれ全部で 12 本の幼植物が発生しているので発芽率約 26% となる。しかし、この発芽率は第 2 回試験に比べてやや高率であり、また埋土 187 g からの検出のタマガヤツリは 2 粒であるが 6 本が発芽したのは、埋土種子粒が十分に検出されなかったものと考えられる。第 2 回試験 (1964 年の採土) での乾土 100 g 中検出粒数は第 8 表 b のように 177 粒、うち、イグサ 106 粒、タマガヤツリ 9 粒なので、それを表層 1 cm の厚さに敷いたと仮定して a 当りに換算すれば、それぞれ 106 万粒、71 万粒、合わせて 177 万粒となる。それらは前述の畑地埋土種子数の文献例のうち、きわめて大きい 1 例を除けば、そのほぼ 1/2~1/3 なので、そう大差がないものといえる。このように、地表下 30~60 cm の水田層では、水稲、イグサ、コナギの根とともにイグサ、タマガヤツリなどの種子が長期間にわたってほとんど腐敗しないで生存していると考えられる。

さて、次にこの第 2 回試験の供試面積当りの発芽率は第 9 表のようである。すなわち a) 20 シャーレ (乾土 387 g) の表面積は 1270 cm² で、この中にイグサ種子は 410 粒が含まれ、80 本の幼植物発生は発芽率 19.5%、タマガヤツリ 35 粒からの幼植物 2 本の発生は、発

第 9 表 埋土イグサ、タマガヤツリ種子の数と発芽数および発芽率

試験区分	項目	供試面積	埋土種子数	同左発芽数	発芽率	1 a 当りの 発 生 数
アルミ平箱		2,000 ^{cm²}	644	79	12.3 [%]	39,500
シャーレ		1,272	410(35)	80(2)	19.5(5.8)	62,900
ザンゴウ垂直面A		4,500	1,450	72*	4.3	16,000*
" B	"	"	"	21*	1.4	4,700*

註 地表面より深さ 0.3 cm の上壤中に含まれる種子数, * は 10 月 21 日の幼植物数
() はタマガヤツリ。

芽率 5.8% に当る。b) アルミ平箱では、2000 cm² 中に 644 粒、発芽幼植物が 79 本、発芽率 12.3%、c) ザンゴウの南向き垂直断面では 4500 cm² 中 1,450 粒、幼植物 21、72 本の発芽率は 1.4、4.3% であった。それで発芽率はシャーレにおいて最もよく、ついで平箱であって、平箱では中途枯死もきわめて少なかった。またザンゴウ垂直面では、発芽が困難のためかそれらよりかなり低率であった。さらにイグサの換算 a 当り発生は、a) 62,900 本、b) 39,500 本、c) 4,700~16,000 本であり、1 m² 当りにして a、b の 395~629 本はかなりの発生密度といえよう。

結局、この多湿水田層 (21.8~23.3%) は、かなり多数の雑草種子を、またある地区ではきわめて多数のイグサ種子を含んでおり、それらが 50 余年間も腐敗することが少なく、しかも、50 余年後においてイグサは 12.3~19.5% の発芽率をもっていることがわかった。その発生幼植物の生育は、第 1 回試験で双子葉植物は 6 本のうち 5 本が枯れ、生存はアゼナ 1 本のみで、それもきわめて不十分な生育であったが、ともかく種子を結実した。単子葉植物は、6 本発芽のうち 2 本が子葉時代、2 本が 80 日間生存後に枯死したが、2 本のコゴメガヤツリは、その生育がきわめてよく、大きな成熟株となり 10 万粒の種子をつけた。また、第 2 回試験での生育は、シャーレ試験では、イグサ 80 本中大きく生育したのは 13 株のみであるが、発芽したタマガヤツリは 2 株ともに成熟株となった。アルミ平箱では、イグサ 79 本中 10 本の中途枯死のみで他は生育を全うし、同時に農家の栽培イグサをポットに移植したものに比べて草丈、基数も大差がない。ただ茎の太さが普通苗の直径 1.5 mm に比べ埋土種子からのイグサは直径 1 mm でかなり細いのは実生苗の特徴を示している。

また著者らの調査で、ザンゴウの垂直断面で見られたレンゲ、カラスノエンドウなどは、それが硬実粒のために長く生存したという考え方もあるが、その他イグサとアゼナ、タマガヤツリ、トキワハゼ、トキンソウ、タガシラ、ミズワラビ (胞子) などの埋土水田雑草種子は、いずれも微小種子で、種皮もろしく容易に吸水すると思われる。また、それらには強い第 1 次休眠は考えられない。ただ採取間もないトキワハゼの種子は、近藤、笠原 (1941) らが、明らかにしたように変温で発芽がよいので多少の第 1 次休眠があるかもしれない。また、タマガヤツリは明所でのみ発芽する特性があるので埋土下で発芽しないのは当然であろう。その他のものも地表下 37~60 cm におかれた湿った土層 (pH 5.8~6.8, Eh 260~440 mV)、やゝ低温 (当所露場での 1964 年の測定によれば、地表下 50 cm の地温は、月平均 6.4~28.5°C であり、4~8 月は地表下よりも約 4°C 低い、逆に 11~2 月は約 3°C 高い) の条件下で、それらが 50 余年間その生命を全うしたのは、おそらく空気の不

足といく分低温のため発芽の機会を得ずに、よぎなくいわゆる環境(強制)休眠をつづけ、仮死状態のゆえに生理作用がきわめて不活発となり、そのため長く生存したものと思われる。そして発芽した幼植物には、さきの報告での30年後に発生を認めたミゾハコベ、キカシグサ、本報告での50年後のアゼナのように一部勢力の弱いものもあったが、その他、トキワハゼ、トキンソウ、タガシラ、ミズワラビなどはよく生育し、それぞれ通常の成熟株となった。とくにイグサ、タマガヤツリは旺盛な生長を見たことは注目すべきであろう。

摘 要

1) 当研究所の敷地は今から52年前(1913)に水田の上に山土を盛って作られた。研究室の再建築工事のため一昨年と昨年の夏2回にわたってザンゴウが掘られた。著者らは敷地の地表下37~60 cmに平均15 cm巾のうすい暗茶褐色(dark brownish gray)の水田層を見たので、その土層から採取した土壌(土壌水分22.5% wet base, pH 5.8~6.8, Eh 260~440mV)中の埋土種子は少なくとも50年以上貯えられたことになる。実験はその埋土種子の発芽生育試験と埋土中の種子の分離検出について2年にわたって行なわれた。

2) 第1回試験は1963年9月3日に採土し、翌日直径9 cmのシャーレに7 gのパラライトを置きその上に埋土20 gを薄く(0.3 cm)敷いて飽和水分とし、戸外のガラス発芽器(12~31°C)に置床したのちに発芽した幼植物をポットに移植して温室(20~30°C)に入れた。第2回試験は1964年9月29日に採土し、(a)翌日に埋土25 gを前年同様シャーレに置床し、ガラス発芽器(11~37°C)に入れ、のちに温室(14~28°C)に入れかえて生育させた。またアルミ平箱(37×54×17 cm)に埋土15 kgを入れて飽和水分として温室で発芽生育せしめた。(c)ザンゴウ垂直断面において10月21日に発生幼植物を観察した。

3) 埋土雑草種子の分離検出は、第1回試験では風乾土10 gを炭酸加里の1.32比重液50 ccに、第2回試験では同1.47比重液、50~70 ccに混じてかきまぜ、土粒沈澱後に上層液を濾紙で濾過して紙上の埋土種子、イネ、コナギなどの小根片を実体顕微鏡下で分離検出した。

4) 埋土発芽試験の第1回試験結果は、12シャーレ、埋土240 g中から双子葉幼植物と単子葉幼植物が各6本発芽した。しかし、移植後生育したものは、アゼナ1本、タマガヤツリ2本で、アゼナは生育が不良で発芽97日目草丈1.6 cm 基数2、7対生葉で萎凋したが、小さい蒴果には12種子を含んでいた。タマガヤツリは大きく生育してその成熟株は1株平均10万粒の種子を着けた。

5) 埋土発芽試験の第2回試験結果は、a) 20シャーレ、埋土500 g中からイグサが80本、タマガヤツリ2本が発芽した。そして、第1回10月27日に草丈1~1.5 cmのイグサ53本、第2回2月3日イグサ12本、タマガヤツリ2本を移植したが、イグサは全期で56本が枯れ、生存は8本にすぎなかった。しかし、タマガヤツリは枯死することなく2株ともよく生育し成熟株となった。b) アルミ平箱での埋土置床ではイグサ79本とトキワハゼ4本、(うち1本は幼植物標本とした)トキンソウ1本、タガラシ1本、ミズワラビ2本が発芽した。それらの中イグサ10本が中途枯死したのみで、他はよく生育しそれらは成熟株となった。c) ザンゴウ垂直面の発生幼植物は、4500 cm²、2カ所にイグサ72本、21本の発生が見られ、またその他の場所において各1本のタガラシ、レンゲ、カラスノエンドウと数本のトキワハゼが発生していた。この観察のつづきは建築のために中止した。

6) 埋土種子検出の第1回試験の結果は、乾土100g中内容のある種子35粒、果種皮のみのもの157粒、イネの小根片が87、コナギの小根片が63見出された。また、第2回試験の検出では、乾土100g中イグサ106粒、タマガヤツリ9粒、ミゾハコベ4粒、その他で計177粒あった。

7) 埋土粒数から見て第2回試験での幼植物の発芽率は、a) シャーレではイグサ19.5%、タマガヤツリ5.8%、b) アルミ平箱ではイグサ12.3%、c) ザンゴウ垂直面ではイグサ1.4、4.3%であった。そのイグサ幼植物のa当り換算ではa) 62,900本、b) 39,500本、c) 4,700、1,6000本であり、(a)(b)では、かなりの発生密度といえよう。

8) これらの発生した植物は、いずれも水稲田、イグサ田内の雑草か、もしくはその畦畔雑草であり、それらは少なくとも、50年間あるいはそれ以上埋土されていて発芽したものである。これらは微小で薄い種皮をもつ種子にもかかわらず、その長命なのは、当地方の地下水位はかなり高く、地表下37~60cm下の埋土水田層は湿った状態なので、おそらく空気の不足と低温(50cm下の地温は4~8月に地表よりも約4°C低い)のため発芽の機会を得ず、いわゆる環境(強制)休眠をつづけて、50余年間の長期にわたって生存したものであると思われる。またイグサ、タマガヤツリの旺盛な生育は注目されることである。

参 考 文 献

1. 荒井正雄. 片岡孝義. 千坂英雄. 1956. '58. 水田裏作雑草スズメノテッポウの生態的研究. 第3, 4, 5, 6報. 日作紀. 24(4): 319—323, 27(1): 129—132.
2. 荒井正雄. 宮原益次. 1960. '62. 水田雑草タイヌビエの生理生態的研究. 第1, 2, 3, 4, 5, 6報. 日作紀. 29(1): 130—132, 31(1): 73—77, 31(2): 186—194, 31(4): 362—370.
3. 荒井正雄. 千坂英雄. 1961. 水田裏作雑草スズメノテッポウの生態的研究. 第7, 8, 9報. 日作紀. 29(4): 428—432, 30(1): 43—46.
4. 赤座光一. 1941. 農地雑草の土壌種子の検出法とその一成績. 農業及園芸. 15(4): 987—990.
5. 粟野 仁. 飯泉 茂. 1956. 畑地における雑草種子群の検出について. 日生態会誌. 5(4): 140—144.
6. Barton, L. V. 1961. Seed preservation and longevity. New York.
7. Beal, W. J. 1905. The vitality of seeds. Bot. Goz. 40: 140—143.
8. Becquerel, P. 1907. Recherches sur la vie latente des graines. Ann. Sci. Nat. 9 ser. Bot. 5—6: 193—311. (6, 24より引用)
9. Becquerel, P. 1934. La longévité des graines macrobiotiques transmise par Louis Mangin. C. R. Acad. Sci., Paris, 199: 1662—4. (6より引用)
10. Brown, E. O. & Porter, R. H. 1942. The viability and germination of seeds of *Convolvulus arvensis* L. and other perennial weeds. Res. Bull. Ia. Agric. Exp. Sta. 294: 473—504.
11. Darlington, H. T. 1951. The seventy-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. Jour. Bot. 38: 379—381.
12. Darlington, H. T. and Steinbauer, G. P. 1961. The eighty-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. Jour. Bot. 48: 321—325.

13. Ewart, A. J. 1908. On the longevity of seeds. Proc. Rog. Soc. Vict. 21 : 1—210.
(6, 24 より引用)
14. Goss, W. L. 1924. The vitality of buried seeds. Jour. Agr. Res. 29 (7) : 349—362.
15. Goss, W. L. 1931. Viability of seed as shown by laboratory tests in soil. Month. Bull Calif. Dep. Agric. 20 : 319—21. (6 より引用)
16. Goss, W. L. 1937. Germination of flower seeds stored for ten years in the California State Seed Laboratory. Bull. Calif. Dep. Agric. 26 : 326—33. (6 より引用)
17. Goss, W. L. & Brown, E. 1939. Buried red rice seed. J. Amer. Soc. Agron. 31 : 633—637 (6 より引用)
18. ———, ———. 1940. Buried red rice seed. J. Amer. Soc. Agron. 32 : 974.
19. 蔭山 力. 1951. 雑草メヒシバの生態学的研究. 日作紀. 19 (3~4) : 296—298.
20. 笠原安夫. 1944. 30年間水田雑草種子の埋土とその発芽. 農学研究. 36 : 268—276.
21. Kjaer, A 1940, '48. Germination of buried and dry stored seed. I. 1934—39, II. 1934—44. Proc. Int. Seed Test Ass. 12 : 167—188, 14 : 19—26. (IIは6より引用)
22. 近藤萬太郎. 1933. 日本農林種子学. 前編.
23. 近藤萬太郎. 笠原安夫. 一色重夫. 1936. 17, 8年間水中にありし紫雲英硬実の次世代の種子に就きて. 農学研究. 26 : 212—226.
24. 近藤萬太郎. 笠原安夫. 1941. 雑草種子の発芽の研究. 1. 2. 農学研究. 32 : 357—397, 398—408.
25. Libby, W. F. 1954. Chicago radiocarbon dates. IV. Science. 119 : 135—40.
26. 沼田真. その他. 1964. 遷移からみた埋土種子集団の解析. 1. 日生態会誌. 14 (5) : 297.
27. Ohga, I. 1923. On the longevity of the Fruit *Nelumbo nucifera*. Bot. Mag. Tokyo. 37 : 87—95.
28. Ohga, I. 1927. On the age of the ancient fruit of the Indian lotus which is kept in the peat bed in south Manchuria. Bot. Mag. Tokyo. 41 : 1—6.
29. 小沢準二郎. 1950. 土中に埋もれた林木種子の発芽力. 林試集報. 58 : 25—68.
30. Robinson, R. G. 1949. Annual weeds, their viable seed population in the soil, and their effect on yields of oats, wheat, and flax. Agron. Jour. 41 : 513—518.
31. Roberts, H. A. 1958. Studies on the weeds of vegetable crops. Jour. Ecol. 46 : 759—68.
32. 清水正元. 1955. メヒシバ属植物の生理生態, 第4報. 九大学芸雑誌. 15(2) : 205—212.
33. Toole, E. H. and Brown, E. 1946. Final results of the Duvel buried seed experiment. F. Agric. Res. 72 (6) : 201—10.
34. Turrill, W. B. 1957. Germination of seeds: 5. The vitality and longevity of seeds. Gdnrs. Chron., 142 (2) 37. (6 より引用)



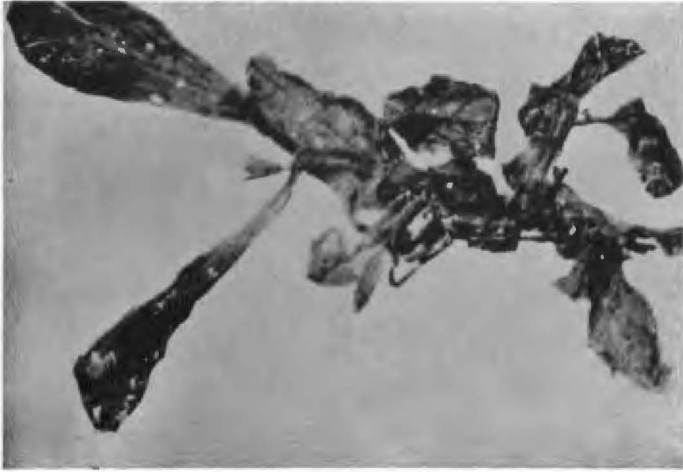
a



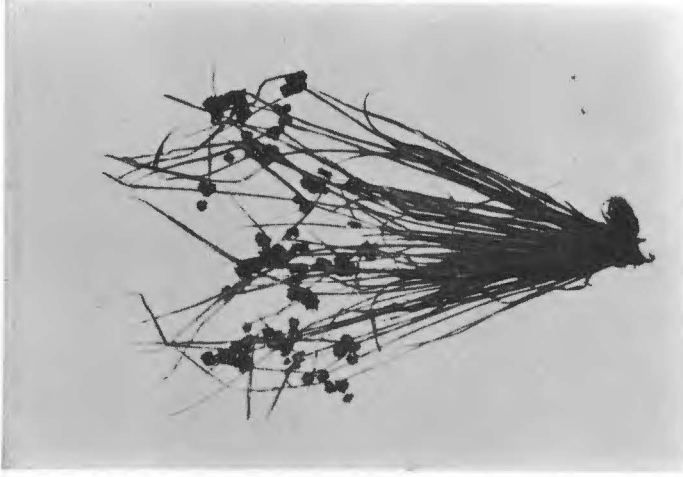
b

- a. アゼナ *Lindernia Pyxidaria* L. (1963. 12. 24 撮影)
b. タマガヤツリ *Cyperus difformis* L. (1964. 2. 27 撮影)

第1図版 埋土種子よりの雑草およびイグサの生育

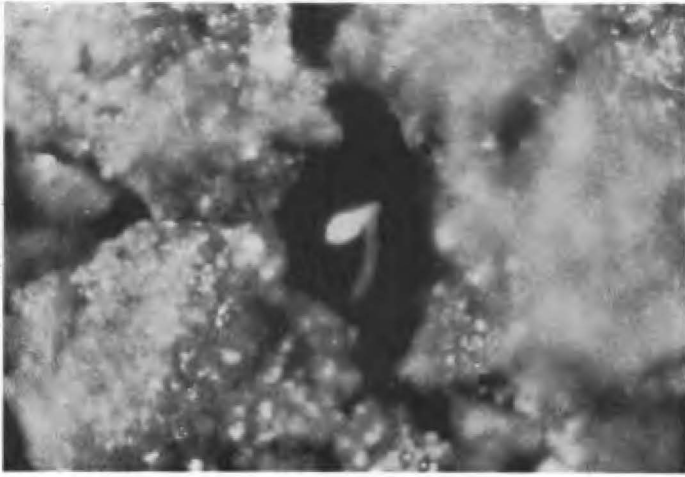


a. アゼナ *Lindernia pyxidaria* L. × 6
(1963. 12. 26採取)

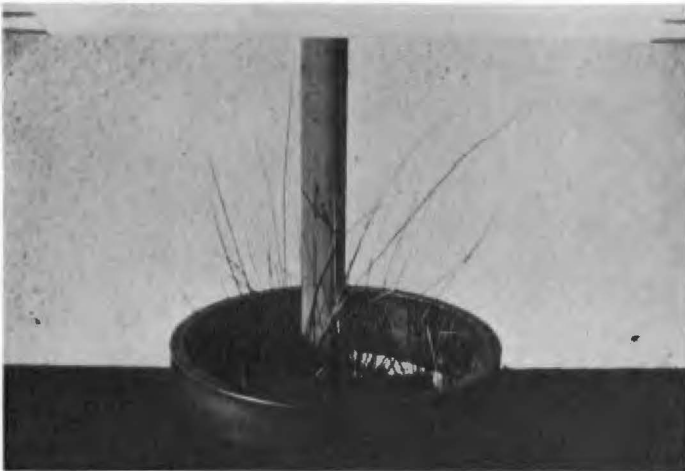


b. タマガヤツリ *Cyperus difformis* L. × 1/6
(1964. 4. 24採取)

第2図版 埋土種子よりの成熟株 (1965. 2. 12撮影)



a



b

イグサ *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen

a. 発芽開始 ×15 (1964. 10. 19 撮影)

b. 生育中 × $\frac{1}{4}$ (1965. 2. 14 撮影)

第3図版 イグサの発芽と生育



a. トキンソウ *Centipeda minima* A. Braun et Aschers.



b. タガラシ *Ranunculus sceleratus* L.



c. トキワハゼ *Mazus japonicus*. O Kuntze

なお b, c にはイグサの茎と株元が見える。



a. 移植後のイグサ *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen
(生育中)



b. ミズワラビ *Ceratopteris thalictroides* Brongn. (生育中)



c. 手前 タマガヤツリ *Cyperus difformis* L.
(開花期)
後方 イグサ *Juncus effusus* L. var.
decipiens Buchen (生育中)



- a. 発芽 3 日後 × 7
- b. 発芽後 5 日経過 × 7
- c. " 15 日 " × 4
- d. " 60 日 " × 1
- e. " 110 日 " × 5/7

第 6 図版 埋土種子イグサ(*Juncus effusus* L. Var. *decipiens* BUCHEN) の発芽および各生育期



a. トキンソウ *Centipeda minima* A. Braun et. Aschers.
(6月8日採取)



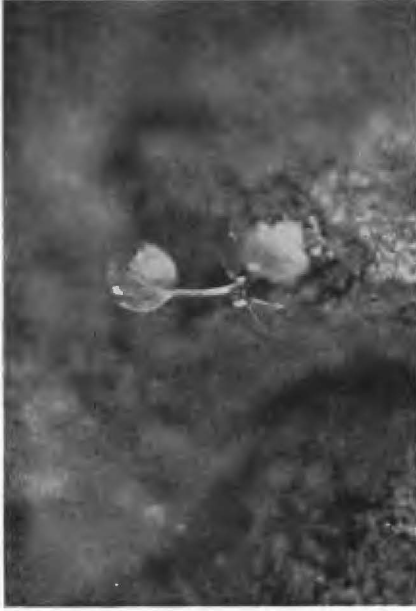
b. トキワハゼ *Mazus japonicus* O. Kuntze.
(6月17日採取)



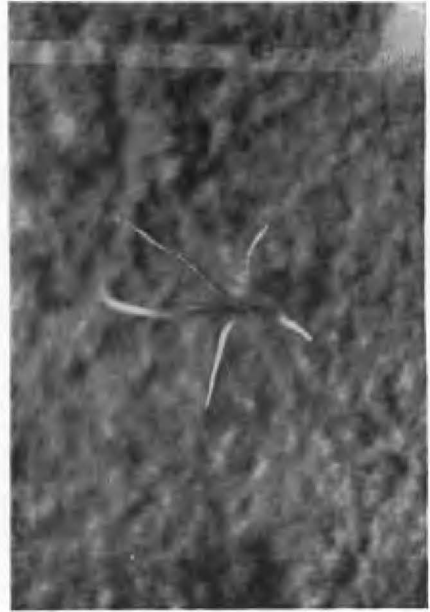
c. タガラン *Ranunculus sceleratus*.
(5月25日採取)



a. カラスノエンドウ *Vicia sepium* L.



b. タガラン *Ranunculus sceleratus* L.



c. イグサ *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buch.

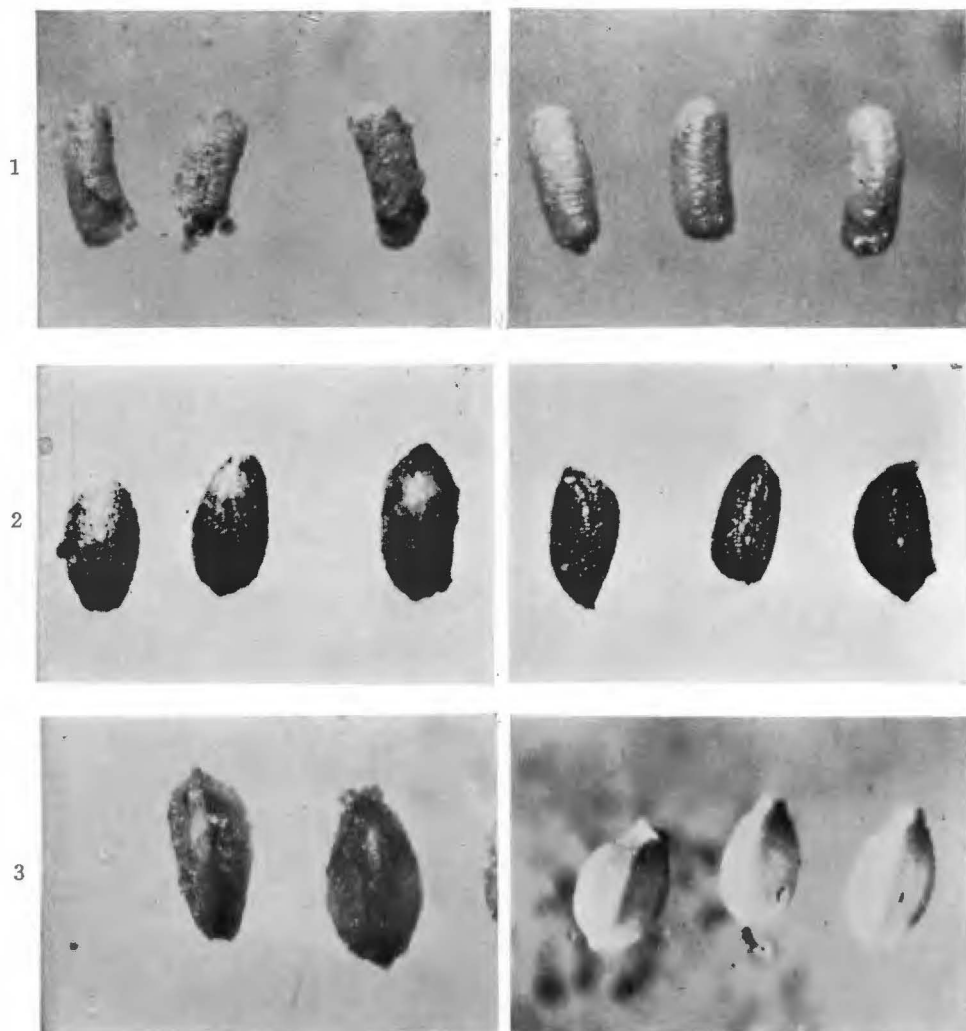


d. トキワハゼ *Mazus japonicus* O. Kuntze.

第8図版 ザンヨウ垂直面(南向)に発生したイ草および雑草幼植物 (1964. 10. 7および10. 20撮影)

A

B



	A	B
1. ミゾハコベ <i>Elatine triandra</i> Schk.	埋土種子 ×38	対照種子 ×38
2. イグサ <i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> Buchen	" ×35	" ×33
3. タマガヤツリ <i>Cyperus difformis</i> L.	" ×40	" ×30