

# カキの種子の分布と種子の大きさとの関係

長谷川 耕二郎

(農学部暖地園芸学講座)

## Relationship between Seed Distribution and Seed Size in Fruit of Japanese Persimmon

Kojiro HASEGAWA

*Chair of Horticulture, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** The relationships between seed distribution and seed size in Japanese persimmon cvs. Matsumotowase-Fuyu, Fuyu, Izu, Jiro, Maekawa-Jiro, Nishimurawase, Zenjimarū, Saijo and Atago were investigated. Moreover, the occurrence of embryoless seed and abnormal embryo seed in those 9 cultivars were investigated.

1. The values of seed fresh weight were greater in five cultivars ; Saijo, Matsumotowase-Fuyu, Fuyu, Atago and Izu (more than 1 g) than in other four cultivars ; Jiro, Maekawa-Jiro, Nishimurawase and Zenjimarū (less than 1 g).

2. The patterns of seed distribution in fruit were classified into three types, that is, Type 1 ; seed was adjoining seedless locules on both sides, Type 2 ; seed was adjoining seeded and seedless locules on each side and Type 3 ; seed was adjoining seeded locules on both sides. In all sampled fruits and in the fruits containing three to five seeds with same seed number of 9 cultivars, the higher the frequency of adjoining between seeded locules was, the lower the value of seed thickness and thickness per length were. In the cultivars of Matsumotowase-Fuyu, Fuyu and Izu which have a short triangular or circular shape of seeds, the higher the frequency of adjoining between seeded locules was, the longer the value of the seed length was. In the cultivars of Saijo, Zenjimarū, and Atago which have a long shape of seed, the higher the frequency of adjoining between seeded locules was, the larger the value of seed width per length was. Therefore, in the case of comparison of seed thickness between persimmon cultivars, the degree of seeded locules which adjoin the seed should be under consideration.

3. In spite of the types of adjoining seeded locules, 10-17% of seeds on cv. Maekawa-Jiro and Jiro had no embryo and 10-26% of seeds on cv. Maekawa-Jiro and Izu had abnormal embryo which was deformity or without hypocotyl. It was considered that the occurrence of embryoless or abnormal embryo seeds of persimmon was depending on the cultivars.

## 緒 言

カキの種子の大きさは種子の重さ、幅、長さおよび厚さで表され、品種間の特徴が報告されている<sup>1)</sup>。カキ果実には果心を中心として普通8個の子室が放射状に配列している。種子が多くなり、しかも種子の入った子室が相互に隣接する場合には、子室間の種子の発育が相互に影響し合い、種子の肥厚等が抑制されることも考えられる。カキの種子形成の程度は品種間で異なるが<sup>1), 2)</sup>、比較的種子の形成しやすい‘富有’のような品種では受粉の良否等によって無種子果と1～8個の有種子果が見られる。前報<sup>3)</sup>では‘富有’、‘次郎’および‘花御所’の3品種について種子数が増加すると、子室間で種子の相互に隣接する頻度が増加し、種子の厚さが薄くなって、種子の形が変化することを報告した。

本報告では種子形成力のある主要なカキ9品種について、子室間の種子の分布状態と種子の大きさとの関係を明らかにする。なお、無胚種子、異常胚種子(子葉が欠損したり子葉柄の極端に短い場合)の出現率についても調査した。

## 材料および方法

1991年に本学カキ園場の8年生の‘西村早生’2本、‘伊豆’4本および‘禅寺丸’4本;10年生の‘前川次郎’5本、‘松本早生富有’5本、‘富有’3本および‘西条’5本;さらに約30年生の‘次郎’5本と‘愛宕’2本をそれぞれ供試した。いずれの品種も‘禅寺丸’から約10m以内の位置にある木を用いた。これらの9品種についてそれぞれ収穫期の9月から10月にかけて50個の果形の整った有種子果を採取した(‘西村早生’9月12日、‘西条’9月21日、‘伊豆’9月26日、‘前川次郎’10月11日、‘松本早生富有’10月12日、‘禅寺丸’10月14日、‘次郎’10月19日、‘愛宕’10月21日および‘富有’10月22日)。収穫した果実については、果実新鮮重、果実の横径(長径と短径の平均値で表示)および縦径を調査し、果色は果頂部と赤道部についてカキ・カラーチャート値で表示した。なお、渋ガキの2品種は固形アルコールを用いて脱渋処理を行い、‘西条’では脱渋処理4日後、‘愛宕’では8日後に果肉硬度をユニバーサル硬度計を用いて、剥皮した赤道部で測定し、糖度は赤道部の果汁をデジタル糖度計で測定した。外見的に正常な大きさの種子(完全種子)と黒色をして厚さの薄い外見的に発育の不完全な種子(不完全種子)に区別し、それぞれの数を調査した。1果実内の種子の分布および種子数(完全種子の数に限定)が同一のものに区分し、種子重を測定後、種子の幅、長さおよび厚さをそれぞれデジタルキャリパーを用いて調査した。また、(種子の幅/長さ)×100および(種子の厚さ/長さ)×100の値を算出した。なお、本調査では黒色で厚さの極めて薄い不完全種子は別個に扱い、種子数には含めなかった。果実内の8個の子室間における種子の分布の違いは、隣の子室に種子がない場合を1、片側の子室に種子がある場合を2、両側の子室に種子がある場合を3と区分し、種子の分布並びに種子数が同一の種子ごとに種子の大きさを算出し、種子数および種子の分布と種子の大きさとの関係を検討した。各品種について、種子の分布、種子数並びに果重をXとし、種子の重さ、幅、長さ、厚さ、厚さ/長さ、幅/長さの各要因をYとした場合の相関係数を算出し、X要因の変化が種子の大きさとしてのY要因に及ぼす関連程度、有意性の有無を検討した。なお、種子を縦断して、胚の有無、胚の異常を観察後、正常な胚を有する種子の珠芽(胚)の長さ(子葉と子葉柄とを合わせた長さ)を調査した。

## 結 果

カキ 9 品種の収穫時の有種子果の大きさ、品質および種子数を Table 1. に示した。果重は‘富有’、‘前川次郎’および‘愛宕’で大きく、次いで‘次郎’、‘松本早生富有’であり、‘伊豆’と‘禅寺丸’は中位であり、‘西村早生’はさらに小さく‘西条’は最も小さかった。果実の糖度は‘西条’が最も高く、‘伊豆’と‘西村早生’で低かったが、他の品種間の差異は少なかった。‘西条’と‘愛宕’は縦長の果形であり、他の 7 品種は横径が縦径よりも大きかった。種子数は‘禅寺丸’で多く、次いで‘西村早生’と‘富有’で多く、‘次郎’、‘伊豆’、‘松本早生’、‘前川次郎’および‘西条’の 1 果平均の種子数は 2.7~3.3 個の範囲であり、‘愛宕’で最も少なかった。‘次郎’と‘前川次郎’の不完全種子は他の 7 品種よりも多かった。カキ 9 品種の種子の大きさを Table 2. に示した。カキの種子の平均 1 粒重の値は‘西条’、‘松本早生’、‘富有’、‘愛宕’および‘伊豆’の順に大きく、これらの品種では 1,000mg 以上であり、次いで‘次郎’、‘前川次郎’および‘西村早生’は約 950mg であり、‘禅寺丸’は最も小さかった。‘愛宕’と‘西条’の種子は長く、‘愛宕’、‘西条’および‘禅寺丸’の種子の (幅/長さ)×100 の値はいずれも小さく、3 品種は細い種子の形態であった。種子の厚さは、‘松本早生富有’が最も厚く、次いで‘富有’、‘伊豆’、‘次郎’、‘西条’、‘前川次郎’、‘西村早生’の順であり、‘禅寺丸’と‘愛宕’は薄かった。(厚さ/長さ)×100 の値は‘愛宕’が著しく小さく、‘禅寺丸’と‘西条’が次いで小さかった。‘西条’について種子数 4 個の果実の例として、種子の分布の違いに伴う種子の形態の変化を Fig. 1. に示した。カキ 9 品種の種子の分布と種子数並びに種子の大きさとの関係を Table 3. に示した。種子数の多かった‘禅寺丸’では子室の両側に種子を含まない分布 1 の種子が少なく、種子数の少なかった‘愛宕’では子室の両側に種子を含む分布 3 の種子が少なく、種子数の多い品種ほど種子の片側(分布 2)と両側の子室に種子を含む(分布 3)種子の割合が増加した。9 品種いずれも、種子の厚さは種子の分布の違いによって異なり、子室間で種子が相互に隣接する頻度が増加するほど(分布 1→2→3), 種子の厚さおよび(厚さ/長さ)×100 の値は小さくなった。‘松本早生富有’、‘富有’および‘伊豆’では分布 3 の種子は分布 1 の種子に比べて長くなり、幅/長さの比が小さかった。一方、細長い種子の‘西条’および‘愛宕’では分布 3 の種子は分布 1 の種子に比べて幅が広くなり、幅/長さの比が大きかった。9 品種それぞれの 1 果実内の種子数が 3, 4, および 5 個の果実について種子の分布の違いと種子の厚さおよび厚さ/長さの比との関係を Fig. 2. に示した。種子数が同一でも、種子の厚さおよび厚さ/長さの比の値は分布 1, 2 そして 3 の順に大きかった。いずれの品種も種子数の違いにかかわらず、隣の子室に種子のない種子の厚さが最も厚くなり、片側の子室に種子のある種子の厚さは薄くなった。特に両側の子室に種子がある場合には種子の厚さが最も薄くなった。種子の厚さ/長さの比の値も片側の子室に種子のある場合には小さくなり、とくに両側の子室に種子のある場合には種子の厚さ/長さの比の値は最も小さかった。‘伊豆’の種子を縦に切断して、外観と内側の胚の状態を Fig. 3. に示した。正常胚(子葉柄と子葉が正常に存在する)と異常胚(子葉柄が極端に短く、子葉が奇形になっている)および無胚(胚がみられない)の 3 つのタイプの種子を観察された。9 品種について正常胚の種子の珠芽長と無胚種子および異常胚種子の出現率(%)を Table 4. に示し、9 品種それぞれについて分布 1, 2 および 3 に区分して、分布の違いと珠芽長、無胚種子および異常胚種子の出現率との関係を Table 5. に示した。無胚種子および異常胚の出現率は品種によって異なり、無胚種子率は‘前川次郎’(11.6%)と‘次郎’(14.7%)の 2 品種で高く、異常胚種子率は‘前川次郎’(17.4%)と‘伊豆’(18.4%)の 2 品種で高かった。‘西条’では分布 1 の種子の無胚種子率が分布 2 および 3 の種子に比べて高かったが、カキ 9 品種全体としては種子の分布の違いと無胚種子率との関係は認められなかった。種子の分布の違い、種子数および果重と種子の大きさとの相関関係を Table 6. に示した。9 品種いずれも、種子の分布の違いと厚さ

Table 1. Differences in fruit size, fruit quality and seed number between persimmon cultivars

Cultivar <sup>z</sup> (Harvest times)	Color chart value <sup>y</sup>			Fruit		Shape <sup>x</sup> index of fruit	Flesh firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Soluble <sup>w</sup> solids content (%)	No. of seed	
	Fruit apex	Equatorial part	Weight (g)	Diameter (mm)	Length (mm)				Perfect	Imperfect
Matsumotowase-Fuyu (Oct. 12)	4.1±0.1 <sup>v</sup>	4.2±0.1	194.2±2.8	77.1±0.4	54.0±0.4	143.1±1.0	—	14.6±0.1	2.94±0.25	0.02±0.02
Fuyu (Oct. 22)	4.5±0.1	4.2±0.1	215.7±4.5	78.3±0.5	58.6±0.4	133.9±0.8	2.1±0.1	15.0±0.2	3.84±0.27	0.04±0.03
Izu (Sept. 26)	4.6±0.1	4.3±0.1	176.8±2.9	74.7±0.5	52.4±0.3	142.8±0.7	2.0±0.1	13.6±0.2	3.16±0.21	0.24±0.07
Jiro (Oct. 19)	5.1±0.1	4.1±0.1	200.9±3.9	77.6±0.5	53.5±0.4	145.3±0.8	2.4±0.1	14.6±0.1	3.26±0.27	1.12±0.11
Maekawa-Jiro (Oct. 11)	5.4±0.1	4.6±0.1	214.9±4.3	78.8±0.5	52.9±0.4	149.0±0.8	2.4±0.1	15.1±0.2	2.76±0.22	0.78±0.08
Nishimurawase (Sept. 12)	5.1±0.1	4.6±0.1	134.8±2.4	67.2±0.4	50.5±0.3	133.2±0.8	3.7±0.1	13.7±0.2	4.56±0.23	0.34±0.08
Saijo (Sept. 21)	2.9±0.1	2.4±0.1	117.0±1.9	54.9±0.3	64.2±0.4	85.7±0.7	1.5±0.1	16.5±0.2	2.66±0.20	0.06±0.03
Zenjimaru (Oct. 14)	6.3±0.1	5.2±0.1	165.3±3.8	69.7±0.6	56.6±0.4	123.2±1.0	—	14.4±0.3	6.20±0.20	0.08±0.04
Atago (Oct. 21)	4.6±0.1	3.8±0.1	207.5±3.2	68.8±0.4	83.4±0.5	82.5±0.4	1.6±0.1	14.3±0.3	2.32±0.21	0.00±0.00

<sup>z</sup> Samples from 50 seeded fruits.<sup>y</sup> Color chart value for Japanese persimmon.<sup>x</sup> (Fruit diameter/fruit length) × 100.<sup>w</sup> 'Saijo' and 'Atago' were measured about de-astringent fruit treated with solid alcohol.<sup>v</sup> Mean ± SE.

Table 2. Differences of seed size in persimmon cultivars

Cultivar <sup>z</sup>	Sum of seed number	Type of seed <sup>y</sup> distribution	Seed			Thickness (mm)	Width/Length Thickness/Length ×100	Length of embryo (mm)
			Weight (mg)	Width (mm)	Length (mm)			
Matsumotowase - Fuyu	148	1.96±0.06 <sup>*</sup>	1293±17	14.64±0.09	19.92±0.09	7.23±0.08	73.5±0.38	11.31±0.10
Fuyu	192	2.15±0.05	1191±14	13.97±0.07	19.90±0.08	6.87±0.06	70.2±0.28	11.41±0.09
Izu	158	1.77±0.06	1062±15	13.77±0.08	17.91±0.09	6.74±0.06	76.9±0.36	11.56±0.09
Jiro	163	2.02±0.06	955±12	14.05±0.07	16.85±0.08	6.55±0.05	83.4±0.33	11.23±0.08
Maekawa - Jiro	138	1.74±0.06	957±17	14.64±0.11	17.29±0.11	6.20±0.07	84.8±0.58	9.94±0.11
Nishimurawase	228	2.14±0.05	927±9	12.01±0.06	19.80±0.05	6.03±0.04	60.7±0.26	10.53±0.08
Saijo	133	1.75±0.06	1389±27	12.62±0.11	27.46±0.15	6.31±0.08	46.0±0.34	12.40±0.10
Zenjimaru	310	2.57±0.03	745±8	11.23±0.06	21.44±0.08	4.76±0.03	52.4±0.24	9.61±0.06
Atago	116	1.53±0.06	1080±15	11.96±0.08	28.82±0.14	4.58±0.06	15.9±0.20	13.23±0.13

<sup>z</sup> Same as Table 1.<sup>y</sup> Mean value of Type 1, 2 and 3 : 1 \* Seed adjoining seedless locules on both sides, 2 \* Seed adjoining Seeded and seedless locules on each sides, 3 \* Seed adjoining Seeded locules on both sides.<sup>\*</sup> Mean ± SE.

Table 3. Relationship of seed distribution to seed number and seed size in persimmon fruit

Cultivar <sup>z</sup>	Fruit weight (g)	Type of seed <sup>y</sup> distribution	Sum of seed number	Seed number per fruit	Weight (mg)	Width (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	Seed		Length of embryo (mm)
									Width / Length	Thickness / Length	
Matsumoto wase - Fuyu	194.3 a <sup>x</sup>	1	46	2.4 c	1378 a	14.75 a	19.39 b	8.19 a	76.1 a	42.3 a	11.60 a
	192.7 a	2	62	4.3 b	1271 b	14.59 a	20.06 a	7.04 b	72.7 b	35.2 b	11.25 a
	190.5 a	3	40	5.6 a	1230 b	14.60 a	20.34 a	6.43 c	71.8 b	31.6 c	11.09 a
Fuyu	213.8 a	1	37	3.0 c	1276 a	13.75 b	19.38 c	8.04 a	71.0 a	41.6 a	11.55 a
	216.3 a	2	90	4.5 b	1180 b	13.89 ab	19.75 b	6.86 b	70.3 a	34.8 b	11.36 a
	217.0 a	3	65	6.0 a	1158 b	14.20 a	20.40 a	6.22 c	69.6 a	30.6 c	11.41 a
Izu	177.3 a	1	62	2.8 c	1077 a	13.55 a	17.36 b	7.22 a	78.1 a	41.7 a	11.53 a
	178.5 a	2	70	4.3 b	1061 a	13.89 a	18.21 a	6.56 b	76.3 b	36.1 b	11.63 a
	173.8 a	3	26	5.0 a	1029 a	13.98 a	18.43 a	6.10 c	75.9 b	33.3 c	11.41 a
Jiro	205.5 a	1	45	2.6 c	1024 a	14.20 a	16.75 a	7.08 a	84.8 a	42.3 a	11.38 a
	192.9 b	2	70	4.3 b	954 b	14.07 a	16.87 a	6.47 b	83.5 ab	38.5 b	11.02 a
	184.6 b	3	48	6.0 a	893 c	13.87 a	16.91 a	6.16 c	82.0 b	36.5 c	11.39 a
Maekawa - Jiro	211.9 a	1	55	2.7 c	1005 a	14.76 a	17.20 a	6.57 a	85.9 a	38.3 a	9.80 a
	214.3 a	2	64	3.9 b	922 a	14.51 a	17.28 a	6.01 b	84.2 a	34.9 b	9.96 a
	213.5 a	3	19	5.1 a	934 a	14.70 a	17.61 a	5.76 b	83.6 a	32.8 b	10.26 a
Nishimura - wase	133.8 a	1	42	3.8 c	985 a	12.09 a	19.73 b	6.75 a	61.3 a	34.2 a	10.75 a
	136.0 a	2	113	5.0 b	923 b	11.95 a	19.69 b	6.04 b	60.7 a	30.7 b	10.56 a
	140.3 a	3	73	6.2 a	900 b	12.06 a	20.02 a	5.58 c	60.3 a	27.9 c	10.35 a
Saijo	116.3 a	1	53	2.5 c	1429 a	12.13 c	27.20 a <sup>*</sup>	7.02 a	44.7 c	25.9 a	12.47 a
	115.3 a	2	60	3.7 b	1407 a	12.84 b	27.77 a	6.07 b	46.3 b	21.9 b	12.56 a
	115.8 a	3	20	4.7 a	1225 b	13.26 a	27.25 a	5.18 c	48.7 a	19.0 c	11.85 b
Zenjimaru	159.9 a	1	14	4.8 c	796 a	11.15 a	21.61 a	5.37 a	51.7 a	24.9 a	10.03 a
	165.0 a	2	104	5.9 b	738 a	10.96 a	21.32 a	4.93 b	51.5 a	23.2 b	9.66 a
	168.3 a	3	192	7.0 a	746 a	11.38 a	21.49 a	4.61 c	53.0 a	21.5 c	9.55 a
Atago	209.6 a	1	63	2.4 c	1110 a	11.86 b	28.87 a	4.89 a	41.2 b	17.0 a	13.53 a
	213.9 a	2	44	4.2 b	1043 a	11.98 b	28.72 a	4.25 b	41.8 b	14.8 b	12.80 a
	221.6 a	3	9	5.0 a	1059 a	12.61 a	28.99 a	3.96 c	43.9 a	13.7 c	13.04 a

<sup>z</sup> Same as Table 1.<sup>y</sup> Distribution of seed between locules: 1; Seed adjoining seedless locules on both sides, 2; Seed adjoining seeded and seedless locules on each side, 3; Seed adjoining seeded locules on both sides.<sup>x</sup> Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

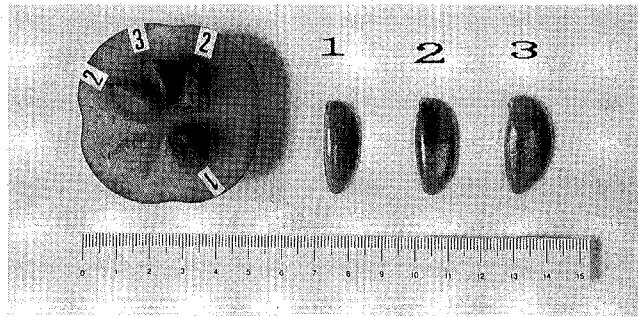


Fig. 1. Types of seed distribution in persimmon fruit, in case of four seeds per cv. Saijo fruit.

In figure, type 1 shows a seed adjoining seedless locules, type 2 shows a seed adjoining seeded and seedless locules on each side and type 3 shows a seed adjoining seeded locules on both sides.

Seeds in the left figure show top side shapes of seed, from which the seed thickness per width can be inferred. Seeds in the right figure show plane shapes of seed, from which the seed width per length can be inferred.

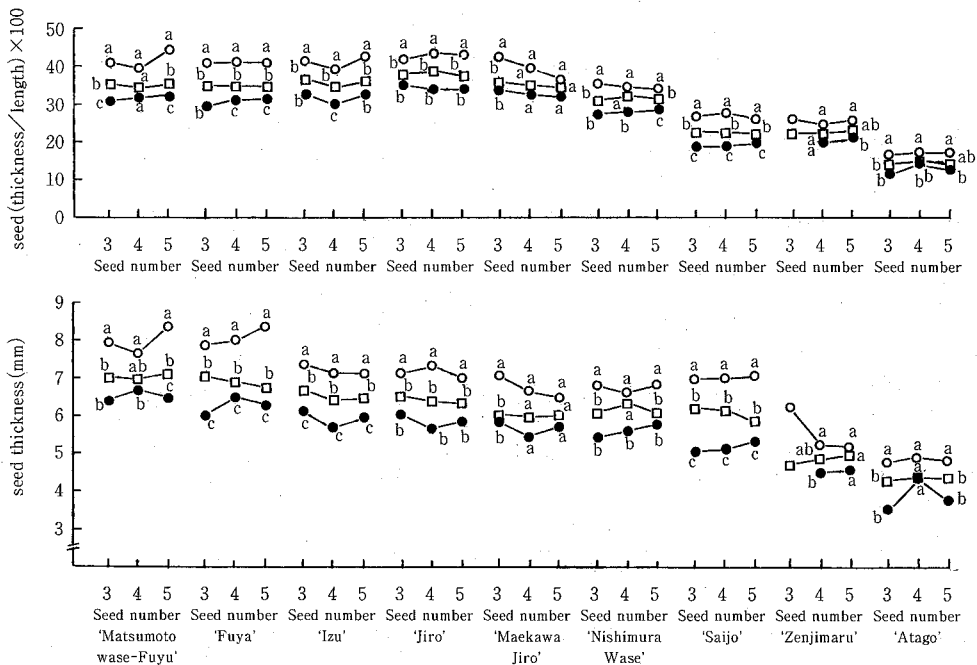


Fig. 2. Relationship between seed distribution and seed thickness or seed thickness per seed length from three to five seeds per fruit in nine persimmon cultivars.

○ : Seed adjoining seedless locules on both sides.

□ : Seed adjoining seeded and seedless locules on each side

● : Seed adjoining seeded locules on both sides.

Different letters within a group of seed distribution in each same seeds indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4 . Differences in the length of embryo and the percentages of embryoless and abnormal embryo seeds between persimmon cultivars

Cultivar <sup>z</sup>	Length of embryo (mm)	Embryoless (%)	Abnormal embryo (%)
Matumotowase - Fuyu	11.31±0.10 <sup>y</sup>	6.1	0.7
Fuyu	11.41±0.09	4.7	1.0
Izu	11.56±0.09	1.3	18.4
Jiro	11.23±0.08	14.7	4.9
Maekawa - Jiro	9.94±0.11	11.6	17.4
Nishimurawase	10.53±0.08	2.6	0.9
Saijo	12.40±0.10	12.0	0.8
Zenjimarū	9.61±0.06	2.3	6.2
Atago	13.23±0.13	1.7	1.7

<sup>z</sup> Same as Table 1.<sup>y</sup> Mean ± SE

Table 5 . Relationship of seed distribution to the length of embryo and the percentages of embryoless and abnormal embryo seeds of persimmon fruit

Cultivar <sup>z</sup>	Type of seed <sup>y</sup> distribution	Length of embryo (mm)	Embryoless (%)	Abnormal embryo (%)
Matumotowase - Fuyu	1	11.60 a <sup>*</sup>	10.9	0.0
	2	11.25 a	3.2	0.0
	3	11.09 a	5.0	0.0
Fuyu	1	11.55 a	5.4	0.0
	2	11.36 a	4.4	2.2
	3	11.41 a	4.6	0.0
Izu	1	11.53 a	1.6	25.8
	2	11.63 a	1.4	10.0
	3	11.41 a	0.0	23.1
Jiro	1	11.38 a	13.3	6.7
	2	11.02 a	14.3	7.1
	3	11.39 a	16.7	0.0
Maekawa - Jiro	1	9.80 a	14.5	16.4
	2	9.96 a	9.4	18.8
	3	10.26 a	10.5	15.8
Nishimurawase	1	10.75 a	2.4	2.4
	2	10.56 a	2.7	0.9
	3	10.35 a	2.7	0.0
Saijo	1	12.47 a	20.8	0.0
	2	12.56 a	8.3	1.7
	3	11.85 b	0.0	0.0
Zenjimarū	1	10.03 a	0.0	0.0
	2	9.66 a	1.0	5.8
	3	9.55 a	3.1	6.8
Atago	1	13.53 a	0.0	0.0
	2	12.80 a	4.5	4.5
	3	13.04 a	0.0	0.0

<sup>z</sup> Same as Table 1.<sup>y</sup> Same as Table 3.<sup>\*</sup> Same as Table 3.

Table 6. Correlation coefficient(r) of seed distribution, seed number and fruit weight to seed size in persimmon fruit

Factor (X)	Cultivar <sup>2</sup>	Range	No. of seed samples	Weight	Item (Y)	Length	Thickness	Width / Length	Thickness / Length
Seed distribution <sup>y</sup>	Matumotowase - Fuyu	1-3	148	-0.274***	-0.053 ns	0.348***	-0.692***	-0.362***	-0.739***
		1-3	192	-0.199**	0.167*	0.333***	-0.750***	-0.122 ns	-0.801***
		1-3	158	-0.089 ns	0.159*	0.372***	-0.580***	-0.192*	-0.665***
		1-3	163	-0.323***	-0.131 ns	0.062 ns	-0.526***	-0.247**	-0.503***
		1-3	138	-0.168*	-0.046 ns	0.096 ns	-0.384***	-0.136 ns	-0.416***
	Maekawa - Jiro	1-3	228	-0.196**	0.000 ns	0.148*	-0.594***	-0.092 ns	-0.637***
		1-3	133	-0.190*	0.346***	0.063 ns	-0.730***	0.344***	-0.747***
		1-3	308	-0.025 ns	0.160**	0.031 ns	-0.403***	0.154**	-0.448***
		1-3	116	-0.171 ns	0.194*	-0.014 ns	-0.591***	0.202*	-0.556***
		1-7	148	-0.359***	-0.256**	0.150 ns	-0.543***	-0.449***	-0.538***
No. of seed	Fuyu	1-8	192	-0.086 ns	0.174*	0.315***	-0.498***	-0.100 ns	-0.574***
		1-6	158	-0.143 ns	-0.077 ns	0.200*	-0.353***	-0.310***	-0.391***
		1-8	163	-0.307***	-0.269***	-0.087 ns	-0.320***	-0.269***	-0.249**
		1-7	138	0.034 ns	0.019 ns	0.247**	-0.138 ns	-0.198*	-0.255**
		1-8	228	-0.359***	-0.297***	-0.042 ns	-0.476***	-0.297***	-0.454***
	Maekawa - Jiro	1-6	133	-0.185*	0.103 ns	-0.015 ns	-0.462***	0.124 ns	-0.439***
		1-8	308	-0.001 ns	0.108 ns	0.001 ns	-0.294***	0.117*	-0.312***
		1-6	116	-0.195*	0.080 ns	-0.151 ns	-0.458***	0.179 ns	-0.381***
		145-229	148	0.198*	0.202*	0.199*	0.088 ns	0.086 ns	0.009 ns
		160-295	192	0.240***	0.296***	0.374***	0.000 ns	0.000 ns	-0.144*
Fruit weight (g)	Matumotowase - Fuyu	143-225	158	-0.047 ns	-0.018 ns	-0.083 ns	-0.083 ns	-0.064 ns	-0.189 ns
		160-275	163	0.395***	0.383***	0.346***	0.132 ns	0.130 ns	-0.044 ns
		155-259	138	0.039 ns	0.042 ns	0.203*	-0.057 ns	-0.127 ns	-0.154 ns
		102-186	228	0.021 ns	0.263***	0.126 ns	-0.076 ns	0.209**	-0.120 ns
		100-154	133	0.087 ns	0.032 ns	0.134 ns	0.020 ns	-0.065 ns	-0.045 ns
	Maekawa - Jiro	125-210	308	0.168**	0.259***	-0.017 ns	0.018 ns	0.309***	0.026 ns
		165-262	116	-0.018 ns	-0.009 ns	0.122 ns	-0.178 ns	-0.106 ns	-0.209*
		145-229	148	0.198*	0.202*	0.199*	0.088 ns	0.086 ns	0.009 ns
		160-295	192	0.240***	0.296***	0.374***	0.000 ns	0.000 ns	-0.144*
		143-225	158	-0.047 ns	-0.018 ns	-0.083 ns	-0.083 ns	-0.064 ns	-0.189 ns

<sup>z</sup> Same as Table 1.<sup>y</sup> Same as Table 3.

ns Non - significant, \*Significant at 5% level, \*\*Significant at 1% level, \*\*\*Significant at 0.1% level.

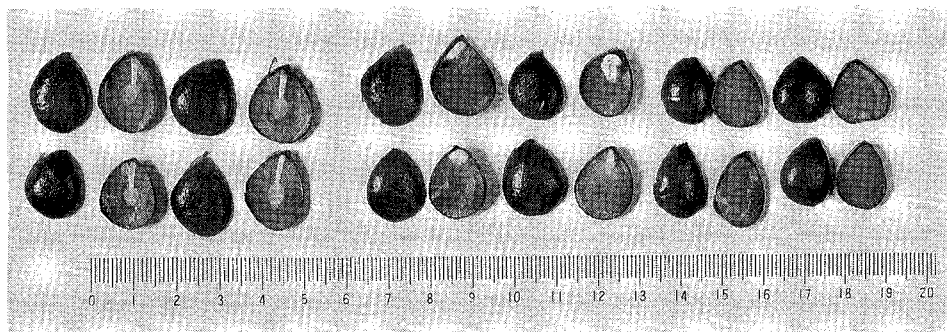


Fig. 3. Normal embryo seed (left figure), abnormal embryo seed (center figure) and embryoless seed (right figure) of persimmon cv. Izu.

との間の負の相関関係は種子数と種子の厚さとの間の負の相関関係と比べて強かった。種子の分布の違いと種子の厚さ／長さの比との間の負の相関関係も種子数と種子の厚さ／長さの比との間の相関関係に比べて強かった。‘松本早生富有’、‘富有’、‘伊豆’および‘西村早生’の4品種では種子の分布の違いと種子の長さに有意な正の相関があり、‘西条’、‘愛宕’、‘富有’、‘伊豆’および‘禅寺丸’の5品種では、種子の分布の違いと種子の幅に有意な正の相関があった。種子の分布の違いと種子の重さとの間に有意な負の相関を示したのは‘松本早生富有’、‘富有’、‘次郎’、‘前川次郎’、‘西村早生’および‘西条’の6品種であった。果重は種子の厚さと有意な関係を示さなかった。

## 考 察

本調査でカキの種子の大きさを品種間で比較した50果全体の平均1粒重の値は‘西条’ (1.39 g) と‘松本早生富有’ (1.29 g) で大きく、次いで‘富有’ (1.19 g) 、‘愛宕’ (1.08 g) および‘伊豆’ (1.06 g) の順であり、‘前川次郎’ (0.96 g) 、‘次郎’ (0.96 g) および‘西村早生’ (0.93 g) は中位であり、‘禅寺丸’ (0.75 g) は小さかった。カキ種苗報告書において<sup>1)</sup> ‘愛宕’、‘西条’、‘松本早生富有’ および‘富有’の種子重は1.2～1.3 g (ランク7) であり、‘伊豆’は0.7～0.9 g (ランク4) となっており、本調査といくらかの差異がみられた。カキ種苗報告書<sup>1)</sup> では種子10粒についての平均1粒重であり、種子の採取条件による差異があると考えられる。カキの多くの品種は果心を中心として、放射状に配列した8個の子室を持つ。受粉条件が良好で、種子形成力の強い品種では最大8個の種子が形成される。‘愛宕’には子室数10個の果実がみられる場合があったが、他の8品種の調査果実はすべて8子室であった。‘禅寺丸’が混植されており、9品種ともに自然受粉が容易に行われる条件であったが、‘愛宕’、‘西条’および‘伊豆’では1～6個の種子が、‘松本早生富有’と‘前川次郎’では1～7個の種子が、‘富有’、‘次郎’、‘西村早生’および‘禅寺丸’では1～8個の種子がそれぞれみられ、1果平均種子数にも品種間の差異があった。この種子数の品種間の差異はカキ種苗報告書<sup>1)</sup> と同様の傾向であり、種子形成力の品種間の違いに関連すると考えられる。

前報<sup>3)</sup> では‘富有’、‘次郎’および‘花御所’の3品種について種子数の増加に伴って、子室間で種子が相互に隣接する頻度が高まることを報告し、種子間の隣接頻度と種子の大きさとの関係について述べた。本調査では主要なカキ9品種について、種子の分布の違いと種子の大きさとの関係について調べた。種子の分布の違いについては、前報<sup>3)</sup> と同様に隣の子室に種子がない場合を1、片側に種子がある場合を2、両側に種子がある場合を3と区別したが、9品種すべてにおいて種子の分布の違いにより、種子の厚さおよび厚さ／長さの比が異なった。即ち、1果実内の種子数の異なる

種子すべての平均でも、3、4および5個の同一の種子数の場合でも、種子の隣接する頻度の増加により、種子の厚さおよび厚さ／長さの比の値は小さくなった。このことより、カキ果実の場合、隣りの子室に種子が存在する場合、隣接する種子が相互に圧迫される状態となり、種子の厚みの増大が抑制されると考えられる。本調査では9品種それぞれの50果の種子の平均の厚さの値は‘松本早生富有’ (7.2mm) , ‘富有’ (6.9mm) , ‘伊豆’ (6.7mm) , ‘次郎’ (6.6mm) , ‘西条’ (6.3mm) , ‘前川次郎’ (6.2mm) , ‘西村早生’ (6.0mm) , ‘禪寺丸’ (4.8mm) および‘愛宕’ (4.6mm) の順であり、カキ種苗報告書<sup>1)</sup>の値に比べて全体的に大きかった。カキ種苗報告書<sup>1)</sup>は10粒の種子の平均値であり、種子の採取条件による差異が関係すると考えられる。また、本調査において同一品種でも、種子の厚さの値は種子の分布の違いにより大きく異なった。隣接程度1、2および3の順に種子の厚さはそれぞれ、‘松本早生富有’では8.2、7.0および6.4mmであり、‘西条’では7.0、6.1および5.2mmであった。また、隣接程度1、2および3の順に種子の厚さ／長さの比はそれぞれ、‘松本早生富有’では42、35および32であり、‘西条’では26、22および19であった。このことより、種子の厚さに関連する形質について品種間で比較する場合、種子の分布の違いが大きな変異要因になると考えられた。隣接程度が同一の種子で品種間差を比較するのが望ましいが、品種間の種子数(種子形成力)の違いもあるので、条件の違いを明示して種子の形質を比較すればよいと考えられる。種子の長さや幅も種子の分布の違いによって変化する品種がみられた。隣接程度1、2および3の種子の長さはそれぞれ、‘松本早生富有’で19.4、20.1および20.3mm、‘富有’で19.4、19.8および20.4mmであり、‘伊豆’では17.4、18.2および18.4mmであり、これらの3品種では種子が隣接するほど、種子は長くなる傾向がみられた。これらの種子は短三角または方円の形態であり、種子の隣接程度の増加に伴って厚さの薄くなった種子は長さの増大によって、厚さの減少をある程度補う特性を持つと考えられた。一方、‘西条’および‘愛宕’では隣接程度1、2および3の種子の幅はそれぞれ、12.1、12.8および13.2mm ; 11.9、12.0および12.6mmであり、種子が隣接するほど、種子の幅が広くなる傾向がみられた。長形の種子では種子の隣接程度の増加に伴って厚さが薄くなると、幅が広くなる傾向があると考えられる。種子重は種子の幅、長さおよび厚さと関連すると考えられる。‘松本早生富有’、‘富有’、‘次郎’、‘西村早生’および‘西条’の5品種では種子の隣接程度の増加に伴って種子重の値が小さくなったが、その程度は厚さの差異ほど大きくなかった。‘伊豆’、‘前川次郎’、‘禪寺丸’および‘愛宕’では種子の隣接程度の違いによる種子重の有意な差異はみられなかった。カキの種子は子室内の分布の違いによる隣接程度の違いにより、種子の厚さが強く影響されるが、それぞれの子室内で可能な限り成長し、品種固有の大きさに達しようとし、種子の分布の違いによる種子重への影響はそれほど大きくならないものと考えられる。果実の発育に伴う種子の分布の違いと種子の大きさとの関係については、幼果の時期より詳しく調査する必要がある。本報では隣接程度1、2および3のすべてのタイプの種子で、‘前川次郎’および‘次郎’の無胚種子が10~17%前後出現し、‘西条’では隣接程度1の種子で無胚種子が約21%みられた。‘前川次郎’、‘次郎’および‘西条’の3品種で無胚種子の出現率が高かったことは既報<sup>4)</sup>と一致していた。異常胚種子は‘前川次郎’と‘伊豆’の2品種で多く、これらの無胚種子や異常胚種子の発生程度は品種間で異なるものと考えられた。遠藤<sup>5)</sup>は‘次郎’には多数の無胚種子があり、異常胚を有する個体も多いことを報告している。有胚、無胚は種子の外観からは区別できないこと、無胚種子と有胚種子が同一果実中に存在することは遠藤の報告<sup>5)</sup>と一致した。リングでは3倍体品種の‘陸奥’の無胚種子率(15.9%)が2倍体品種の‘ゴールデンデリシャス’ (4.3%) および‘スターキングデリシャス’ (3.2%) に比べて高かったことが報告されている<sup>6)</sup>。正常な胚の形成の有無に染色体数が関係するかもしれない。胚形成の異常についての原因の解明については組織学的な詳しい調査が必要である。無胚種子は受精の当初から胚が形成されていないのか、またはある時点から胚が発育を停止して退化消失したのかについては不明であ

り、受精直後からの胚形成の詳しい組織調査が必要である。異常胚には子葉柄がないか極端に短いもの、子葉の形態が異常なもの等、外見的に珠芽の形態が異常な種々のタイプの種子があり、その発生時期や原因について明らかにする必要がある。

本調査でも既報<sup>4)</sup>と同様に、不完全種子は‘次郎’と‘前川次郎’に多かった。不完全種子は完全種子に比べて極端に厚さが薄く、不完全種子が隣の子室に隣接しても、その影響は小さいと考え、前報<sup>3)</sup>と同様に種子の分布を区分する上で、不完全種子は種子として扱わなかった。

種子の分布の違い、種子数および果重と種子の大きさとの相関係数の値より、9品種のいずれも種子の分布の違いが種子数の違いよりも、種子の厚さに強く影響していることが明らかであった。種子数の増加と種子の分布の違い(種子の隣接程度)との間の相関係数を算出すると、‘次郎’は0.68、‘松本早生富有’は0.67、‘富有’は0.64、‘愛宕’は0.63、‘伊豆’は0.59、‘西条’は0.58、‘西村早生’は0.57、‘前川次郎’は0.54、‘禅寺丸’では0.53であり、いずれも0.1%で有意であったが、関連の程度は品種間で多少異なった。種子の隣接程度は種子数の増加によって高まるが、同一種子数でも種子数が2個から6個の範囲では種子の隣接程度は8子室内での種子の入り方によって異なる。種子数が3、4および5個の範囲での種子数の増加がそれほど強く種子の厚さに変化をもたらさなかったことより、種子の厚さの変化は種子の分布の違いによるところが大きいのと考えられた。なお、果実の大きさの違いは種子の厚さにほとんど影響しないと考えられた。

## 要 約

カキ‘松本早生富有’、‘富有’、‘伊豆’、‘次郎’、‘前川次郎’、‘西村早生’、‘禅寺丸’、‘西条’および‘愛宕’の9品種の有種子果実を供試し、子室間の種子の分布状態と種子の大きさとの関係について調査した。なお、無胚種子、異常胚種子の出現率についても調査した。

1. 種子の平均1粒重の値は、‘西条’、‘松本早生富有’、‘富有’、‘愛宕’、‘伊豆’の順に大きく、これらの5品種では1g以上であり、次いで‘次郎’、‘前川次郎’、および‘西村早生’の順であり、‘禅寺丸’は最も小さかった。

2. 子室間の種子の分布の状態について、種子の隣の子室に種子のない場合(分布1)、片側の子室に種子のある場合(分布2)および両側の子室に種子のある場合(分布3)の3つに区分した。9品種のすべての調査果実および3~5個の同一種子数の果実において、子室間で種子が相互に隣接する頻度が増加するほど(分布1→2→3)、種子の厚さおよび種子の長さ/厚さの比の値は小さくなった。種子の隣接程度の増加に伴って短三角形種子の‘松本早生富有’と‘富有’および方形種子の‘伊豆’の3品種では種子の長さが長くなり、細形種子の‘西条’、‘禅寺丸’および‘愛宕’の3品種では種子の幅が広がった。カキ品種間で種子の大きさや形態を比較する場合には、種子の分布の違いを考慮に入れる必要があると考えられた。

3. 種子の分布の違いにかかわらず、‘次郎’および‘前川次郎’では無胚種子が10~17%、‘前川次郎’および‘伊豆’では異常胚種子が10~26%存在した。無胚種子や異常胚種子の出現率の程度は品種によって異なると考えられた。

キーワード: カキ, 種子の分布, 種子の大きさ, 種子の厚さ

謝辞 本実験を実施するに当たり、調査にご協力頂いた津村哲宏、仁科寿両氏(当時専攻生)に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 広島県：種苗特性分類調査報告書（カキ）. 1-436 (1979).
- 2) 梶浦 実：柿の生理的落果に関する研究Ⅱ. 授粉及単為結実と落果との関係. 園学雑, 12, 247-283 (1943).
- 3) 長谷川耕二郎・永田広敏・中島芳和：カキの種子数と種子の大きさとの関係. 高知大学研報, 42, 1-9 (1993).
- 4) 長谷川耕二郎・永田広敏：カキ‘次郎’及び‘前川次郎’の不完全種子の発現とその大きさ. 園学雑, 61, 747-755 (1993).
- 5) 遠藤政太郎：柿に於ける二・三の異常現象に就いて. 園芸学研究集録第2号, 282-284 (1937).
- 6) 佐藤正志・神戸和猛登：リンゴ3倍体品種‘陸奥’の種子不完全について. 園学要旨, 昭57.春, 88-89 (1982).

平成8(1996)年9月30日受理

平成8(1996)年12月25日発行