昭和 58 年度 日本澱粉学会賞受賞講演

豆類の澱粉その他の炭水化物の研究*

川村信一郎**

Studies on Starches and Other Carbohydrates of Legumes

Sin'itiro KAWAMURA

Kagawa-ken Meizen Junior College
(Kameoka 1-10, Takamatu 760, Japan)

A review with 88 references exclusively of the author and of him and his collaborators. The legumes studied are *Arachis hypogaea*, peanut; *Vicia faba*, broad bean; *Pisum sativum* var. *arvense*, smooth pea; *Phaseolus vulagris*, kidney bean; *Vigna radiata*, mung bean; *V. angularis*, adzuki bean; *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*, asparagus bean; *Dolichos lablab*, hyacinth bean; *Canavalia gladiata*, sword bean; *Glycine max*, soybean; and *Stizolobium hassjoo*, Yokohama bean. Special attention was paid to the starches and non-starchy polysaccharides, especially hemicelluloses of soybeans and broad beans. Also studied were the oligosaccharides of legumes, i.e. sucrose, raffinose, stachyose, verbascose, and ajugose. D-Pinitol was isolated from soybeans and was fully identified.

業績目録

A. 豆類の澱粉^{1-12,87,88)}

研究の対象とした豆類は 11 種であるが、澱粉を分離 (はじめはアルカリ法¹⁾, のちは水と混和して沈でんさせてから 0.2% NaOH で除タンパク³⁾)⁸⁸⁾して粒の大きさ¹⁾, 粘度²⁾, アミロース含有量³⁻⁶⁾の関係を論じた^{7,8,10-12)}のは次の 1 (ナンキンマメ) と 10 (ダイズ) を除く 9 種である。

1. ナンキンマメ, ラッカセイ; *Arachis hypogaea*; peanut, ground nut
2. ソラマメ (オタフクマメ); *Vicia faba*; broad bean, fava bean, horse bean, Windsor bean
3. エンドウ, 詳しくはアカエンドウ; *Pisum sativum* var. *arvense*; common pea, garden pea, 詳しくは smooth pea
4. アズキ; 旧学名 *Phaseolus chrysanthos*, 新学名

Vigna angularis^{12,83)}, 別名 *Azuki angularis*, *Dolichos angularis*, *Phaseolus angularis*; adzuki bean

5. リョクトウ, ヤエナリ; 旧学名 *Phaseolus aureus*, 新学名 *Vigna radiata*^{12,83)}, 別名 *Azuki radiata*, *Phaseolus radiatus*, *Rudua aurea*, *Vigna aureus*; mung bean, green gram, golden gram

6. インゲンマメ, サイトウ (菜豆) (サンドマメ, 白インゲン, ウズラマメ, キントキマメ, トラマメ); *Phaseolus vulgaris*; bean, common bean, French bean, kidney bean

7. ササゲ; *Vigna sesquipedalis*, 新学名 *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*, 別名 *Dolichos sesquipedalis*, *V. sinensis* ssp. (または var.) *sesquipedalis*; asparagus bean, yard-long bean, pea bean

8. フジマメ; *Dolichos lablab*; hyacinth bean

9. ナタマメ; *Canavalia gladiata*; sword bean

10. ダイズ; *Glycine max*, 旧学名 *Dolichos soja*, *Phaseolus max*, *Soja hispida*; soy bean, soya, soya bean

11. ハッシュウマメ; *Stizolobium hassjoo*; Yokohama bean

* 要旨が本誌 30, 310(1983) に出た講演は本誌 30, 354(1983) に記してあるように中止された。ここに簡単な説明をつけた業績目録を示す。

** 香川県明善短期大学 (760 高松市亀岡町 1-10)

表 1. 新しい植物分類法からみた豆類の澱粉の理化学的性質の比較¹²⁾

番号	豆 類	粒の大きさ* ¹ 長径平均 (μm)	粘性* ²	アミロース含有量* ³ (%)
2	ソ ラ マ メ	31 a	A	26.8 α
3	ア カ エ ン ド ウ	41 a	A	29 α
9	ナ タ マ メ	38 a	B*	21.5 β*
6	イ ン ゲ ン マ メ	34 a	A	29.5 α
5	リ ヨ ク ト ウ	22 b	B	28.8 α
4	ア ズ キ	44 a*	B	25.6 β
7	ジュウロクササゲ	25 b	B	24 β
8	フ ジ マ メ	26 b	B	23.1 β
11	ハ ッ シ ョ ウ マ メ	28 b	B	— —

*¹ 長径の平均の大きいものを a (31~44 μm), 小さいものを b (28~22 μm) とした¹⁾.

*² Brabender アミログラムで加熱 (25→92.5°C) と次の冷却 (92.5→25°C) で粘性がたいして増加しないものを A, このとき粘性がかなり増加するものを B とした²⁾.

*³ アミロース含有量が 26.0% より高いものを α, 低いものを β とした³⁻⁶⁾.

* 例外的な値.

(学名, 英語名の別名などは J. A. DUKE: Handbook of Legumes of World Economic Importance, Plenum Press, New York (1981) による.)

この順序は古い植物分類学によるものである. 詳しくは川村¹²⁾による表 1 を参照のこと.

酵素法で求めた大豆の澱粉含有量は 0.74% であった. 同時に測定した値は, アズキ 39.12, インゲンマメ 33.11, エンドウ 36.93, ナンキンマメ 5.07, ササゲ 35.49, きなこ 0.55% となった⁸⁷⁾.

B. 大豆タンパク質の製造¹³⁻¹⁶⁾ とその副産物の利用¹⁷⁻²³⁾

表題に直接関係しないが, 川村の 1936~41 年の実験に基づき, のちに発表したものである. 大豆から油を抽出し¹⁴⁾, 脱脂大豆からタンパク質をうすいアルカリで溶かし, 酸を加えて等電点で沈でんさせるふつうの方法¹⁵⁾で 2 種の副産物が生ずる. “廃液” すなわち酸を加えたときの上澄液と “残渣” すなわちうすいアルカリに溶けないものである. 前者の主成分は “可溶性炭水化物”, 後者の主成分は “難溶性炭水化物” である. 廃液の炭水化物のアルコール発酵¹⁷⁾を行ったが, うすい溶液なので, 脱脂大豆の酸処理¹⁸⁾により糖 4% を含むものをつくり, これのアルコール発酵¹⁹⁾を行った. 残渣は無水物中に粗タンパク質 11.16, 粗脂肪 0.30, 灰分 3.01, 粗繊維 26.63% を含んでいたから, いわゆる可溶無窒素物は 58.90% となるが, 澱粉定量に用いる 2% HCl による加水分解では還元糖 37.53% としかならない¹⁷⁾.

C. 大豆の炭水化物²⁴⁻⁶⁵⁾

上に述べたことから大豆につき調べてきた. まず大豆ないし脱脂大豆にどんな炭水化物がどれだけ含まれているかを知らうとした²⁵⁾.

可溶性炭水化物すなわち糖類²⁴⁾として, サッカロース, ラフィノース, スタキオースの定量的ペーパークロマトグラフィーは川村 (1954)²⁷⁾ が最初に行った. 風乾大豆 (水分 10.99%) に対しサッカロース 3.73, ラフィノース 0.95, スタキオース 3.20% であった. この 3 種を大豆から分離し, アセチル化物として確認した^{32,34)}. アメリカ農務省の研究費を受け (1964~67, 大豆少糖類のクロマトグラフの研究)³⁶⁻⁴¹⁾, アメリカ産 6 品種, 日本産 3 品種につき大豆種子を種実 (子葉), 種皮, 胚軸に分けて定量した^{35,36)}. アメリカ産と日本産の範囲と全 9 品種の平均は, サッカロース 3.4~5.9, 5.0~6.5, 5.0; ラフィノース 0.6~1.5, 0.9~1.2, 1.1; スタキオース 2.6~4.3, 3.0~5.2, 3.8% (無水物に対し) で, ペルバスコースをこん跡量含んでいた. さらに加熱がこれらの少糖類に及ぼす影響を研究した^{40,42,45,46)}. 脱脂大豆はトリプシンインヒビターなどを失活させるために加熱処理を行って飼料や食用とする. このとき少糖類が一部分解して単糖類を生じ, リジンの ε-アミノ基などと反応して Maillard (マヤール) 反応を起こし, 褐変することを認めた⁴⁷⁾. 川村 (1949)¹⁷⁾ はタンパク質を等電点沈でんさせたときの “廃液” の還元糖を定量し, 放置している間に増加することに気づいていたので, このときの少糖類の加水分解を調べた⁵³⁾. 次いで第 2 回のアメリカ農務省の

研究費 (1967~70, 大豆少糖類の酵素的分解)⁵³⁻⁶¹⁾ により大腸菌の α -ガラクトシダーゼ (および β -フルクトシダーゼ) を調べた。大豆の少糖類³³⁾, その加熱による変化⁴³⁾, 栄養的考察⁴⁴⁾につき総説した。吉田ら (1969)⁶²⁾ と共同で動物飼育実験を行い, ラフィノースやスタキオースが腸内微生物の酵素により加水分解を受けて利用されることを推定した。

難溶性炭水化物の大部分がいわゆるヘミセルロースに属すると考え²⁰⁾, Buston (1934) の方法によりヘミセルロースを分離定量する実験を行った²⁶⁾。その結果 “水やうすいアルカリに溶けないが, 熱水に溶ける多糖類が試料蛋白抽出残渣に含まれていて, このものがヘミセルロース C の区分に入る” と推定した。この熱水可溶性ヘミセルロース区分を分離して加水分解して糖組成を調べた²⁸⁾ (この分離の前段階でヨウ素反応が陽性であったので微量の澱粉の存在を認め, アミラーゼ処理によって除去した)。キシロース, アラビノース, ガラクトース, ガラクトロン酸の存在を認めた (大豆多糖類構成糖としてのキシロースの推定はこの報告 (1955)²⁸⁾ が最初)。ヘミセルロース B₁ を不溶性の銅塩を経て精製したものの構成糖として以上の 4 種のほかに, ラムノースとフコースの存在を認めた²⁹⁾。陸産高等植物の多糖類の構成糖としての L-フコースの記載はソラマメについての川村, 檜崎 (1958)⁷⁶⁾ が最初である (檜崎 (1966) および檜崎ら (1966~67)⁴⁹⁻⁵¹⁾ の大豆種皮・胚軸の多糖類の研究については川村⁵²⁾ 参照)。

生化学的研究としては, 発芽により還元糖が増加し (0.10% から 8 日で 0.67% に, 以下同じ), 非還元糖が減少し (5.11→4.08%), ヘミセルロースはあまり変化なく, 澱粉が増加した (0.79→1.23%)³⁰⁾。このときサッカロースは発芽 3 日までやや増加し, あと順次減少したが, 15 日まで残っていた。ラフィノースとスタキオースは減少し, 4 日では検出されなかった。単糖類としてはフルクトースとグルコースが発芽 4 日であらわれたが, ガラクトースは検出されなかった³¹⁾。発芽大豆澱粉につき調べたがヨウ素結合量から求めたアミロース含有量は発芽とともに増加し 24.7% となった (品種によって異なる)³⁰⁾。生育中に生ずる澱粉はあまり多くなく (3~5%), そのアミロース含有量は 20~30% であった³⁰⁾。

大豆に含まれる遊離単糖類はフルクトース 0.0379, グルコース 0.0298, ガラクトース 0.0013, アラビノース 0.0004, キシロース 0.0001% (風乾物に対し) であり, 糖アルコール (キシリトール, アラビトール, マンニトール, ソルビトール) も検出された⁶³⁾。いわゆる単糖類

区分に最も多いのは D-ピニトールすなわち 1D-3-O-メチル-*chiro*-イノシトールである。

なお大豆炭水化物の総説^{48, 65)} がある。

D. ソラマメの炭水化物⁶⁶⁻⁷⁶⁾

著者は 1952 年に神奈川県藤沢市の日本大学農学部から香川県木田郡の香川県立農科大学 (のち香川大学農学部) に転じた。当時香川県にはソラマメの生産が多かったので, ソラマメの炭水化物を研究しはじめた。まず当時までの文献 115 により成分を総説し⁶⁶⁾, 炭水化物の研究が不十分であるとした。さきに大豆炭水化物を Waksman と Stevens (1930) の方法で分別定量しようとした²⁵⁾ が思わしい結果が得られなかったが, ソラマメではかなりよい結果を得た⁶⁷⁾。これは多糖類の大部分が澱粉であるためであろう。ソラマメには微量の単糖類が含まれ, それはフルクトースとグルコースであること, 少糖類としてはサッカロースとスタキオースがすでに報告されていたが, ラフィノースも存在することを明らかにした⁶⁸⁾。

多糖類のうち澱粉については他の澱粉性豆類とともに比較研究した (前記 A)。ヘミセルロースを Buston (1934) の方法で分離するとヘミセルロース A, B, C が 20.2, 0, 79.8% の割合で含まれており, 粗ホロセルロースの構成糖としてグルコースとアラビノースと少量のキシロースを検出した⁶⁹⁾。さらによく調べたところ, 微量のヘミセルロース B₁ に, グルコース 46, キシロース 35, ガラクトース 14, リボース 5% が検出された^{70, 75)}。ところがこのリボースと思われた区分を精査し, リボースでなくて L-フコースであることが明らかになった^{71, 76)}。

ソラマメ種子は完熟したのち畑に放置すると, 乾物, タンパク質, 可溶無窒素物などの収量は減少する傾向がある⁷²⁾。この生育中の炭水化物についてみると, 糖類の含有量はあまり変化しないが, 非還元糖は未熟種子にやや多かった。澱粉は順次増加し, 完熟ではほぼ一定になった⁵⁹⁾。未熟 (2 段階) および完熟のソラマメ種子から澱粉を分離して調べたところ, ソラマメは成熟により種子の澱粉含有量, 澱粉のアミロース含有量, 澱粉 (およびアミロペクチン) の平均分子量がともに増加することを明らかにした⁷⁴⁾。

E. 各種豆類の炭水化物⁷⁷⁻⁸⁶⁾

少糖類について定性的に調べた結果 (1958)^{77, 78)}, アズキ, リョクトウ, インゲンマメ, ササゲ, ナタマメにはすべて, サッカロース, ラフィノース, スタキオースがある。このうちリョクトウには五糖類 (ペルバスコース)

表 2. 豆類の炭水化物の含有量⁸¹⁾ (風乾物中 %)

番号	豆 類	還 元 糖	非還元糖	澱 粉	ペクチン質
1	ナ ン キ ン マ メ	0.04	7.15	11.53	1.39
2	ソ ラ マ メ	0.08	7.46	40.09	0.80
3	ア カ エ ン ド ウ	0.17	7.91	44.81	0.60
4	ア ズ キ	0.06	3.89	56.73	1.08
5	リ ョ ク ト ウ	0.10	5.05	49.97	0.67
6	イ ン ゲ ン マ メ	0.06	7.65	42.34	0.77
7	サ サ ゲ	0.37	5.56	48.99	0.68
9	ナ タ マ メ	0.08	5.22	43.82	0.47
10	ダ イ ズ	0.12	8.2	—	0.68

表 3. 豆類の少糖類の含有量⁸⁰⁾ (風乾物中 %)

番号	豆 類	サッカロース	ラフィノース	スタキオース	ベルバスコース	アユゴース
1	ナ ン キ ン マ メ	5.90	0.25	0.92	0.08	—
2	ソ ラ マ メ	2.53	0.65	1.97	2.31	±
3	ア カ エ ン ド ウ	2.03	0.89	2.17	2.82	±
4	ア ズ キ	0.62	0.25	2.80	0.22	—
5	リ ョ ク ト ウ	0.85	0.49	1.71	1.91	0.09
6	イ ン ゲ ン マ メ	2.55	1.17	2.49	1.44	—
7	サ サ ゲ	1.04	0.50	3.51	0.51	—
9	ナ タ マ メ	2.48	1.27	1.26	0.21	—
10	ダ イ ズ	4.2	1.3	2.7	+	—

と六糖類 (アユゴース) もある⁷⁹⁾。リョクトウについては発芽による少糖類の量的変化を調べた⁸²⁾。9種の豆類の炭水化物⁸¹⁾ (少糖類⁸⁰⁾を含めて) の含有量を表2,3に示す。

さやエンドウとさやインゲンにつき調べた⁸⁰⁾。エンドウのさやにはグルコースが含まれ、加熱により二糖類らしいものに変化した。エンドウの種実にはサッカロースがかなり含まれ、単糖類はグルコースとフルクトースらしい。加熱により減少した。インゲンのさやにはフルクトースとグルコースが、種実にはグルコース、ガラクトース、サッカロースが存在し、加熱により減少した。多糖類としては澱粉がエンドウとインゲンさやにそれぞれ6.2, 1.6%含まれていた。

最後に食用ではない豆類に属するカラスノエンドウ, *Vicia angustifolia* var. *segetalis* につき調べた。還元糖0.066%, 全糖6.26%で、サッカロース, ラフィノース, スタキオースは検出されなかった。遊離糖は四糖類, 五糖類で、後者はグルコースとガラクトースが1:4の割合で結合していた⁸⁴⁾。ビスアニンを単離し、これから

ビスアノース(6-β-L-アラビノシル-D-グルコース)を得た⁸⁵⁾。

とくに上記Aにつきご指導いただいた二國二郎先生, また共著者の方々, とくに鈴木裕教授(香川大学), 多田稔教授(香川県明善短期大学), 故橋崎丁市博士(元香川大学教授), 笠井忠助教授(香川大学), 田主澄三助教授(徳島文理大学)に深謝の意を表する。日本澱粉学会賞は共著者の方々の代表として受けたものと考えている。

文 献

(とくに論文表題を示した)

- 1) S. KAWAMURA, Y. TUBOI (壺井 好) and T. HUZII (藤井 保): Studies on legume starches. I. Microscopic observation on the granules of starches from some Japanese legumes. *Tech. Bull. Kagawa Agric. Coll.*, **7**, 87~91(1955).
- 2) S. KAWAMURA and H. FUKUBA (福場博保). do. II. Viscosity behaviors. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **9**, 38~45(1957).
- 3) 川村信一郎, 多田 稔: 豆類のデンプンの研究. III.

- アミロースおよびアミロペクチンの分離と定量 (1). 序説およびヨード呈色度による予備実験. 香川大農学報, **9**, 99~104(1957).
- 4) 川村信一郎, 多田 稔: 同上. IV. 同上(2). ヨード呈色度とヨード電圧滴定. 農化, **33**, 296~300(1959).
- 5) 川村信一郎, 多田 稔: 同上. V. 同上(3). 電圧滴定法の詳細. 澱粉工誌, **6**, 48~51(1959).
- 6) 川村信一郎, 多田 稔: 同上. VI. 同上(4). ペーパークロマトグラフ法ならびに諸方法の比較. 澱粉工誌, **6**, 51~57(1959).
- 7) 川村信一郎: 同上. VII. 総合的考察: デンプン粒の大きさとアミロース含有量とアミログラムとの関係. 澱粉工誌, **6**, 57~59(1959).
- 8) 川村信一郎: 同上. 農化, **33**, 300~304(1959).
- 9) S. KAWAMURA and S. HIZUKURI (楡作 進): Studies on legume starches. VIII. A note on the X-ray diffractometric study. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **11**, 234~236(1959).
- 10) S. KAWAMURA: Studoj pri ameloj de legumenoj. *Mem. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **14**, 1~49(1963).
- 11) S. KAWAMURA: Studies on the starches of edible legume seeds. *Denpun Kogyo Gakkaishi*, **17**, 19~40(1969).
- 12) S. KAWAMURA: Studies on legume starches. XV. Comparison of some physical and chemical properties of seed starches from some food legumes according to a new botanical classification. *Kagawa-ken Meizen Junior Coll., Rep. Res.*, **11**, 35~46(1980).
- 13) S. KAWAMURA: Studies on the manufacture of soybean protein. I. General introduction and preliminary experiments. *Bull. Coll. Agric. Nihon Univ.*, **2**, 2~16(1951).
- 14) S. KAWAMURA: do. II. Extraction of soybean oil. Defatted soybean meal as the raw material for manufacturing soybean protein. *Bull. Coll. Agric. Nihon Univ.*, **2**, 17~36(1951).
- 15) S. KAWAMURA: do. III. Extraction and precipitation of protein. Small-scale manufacture of soybean protein. *Tech. Bull. Kagawa Agric. Coll.*, **4**, 206~225(1953).
- 16) 石井謙二, 岩本英俊, 川村信一郎: 大豆蛋白質の等電点. 日大農獣医学報, **1**, 47~53(1953).
- 17) 川村信一郎: 大豆蛋白質を製造するときの副産物の利用. I. 蛋白製造廃液の酒精発酵. 農化, **23**, 129~134(1949).
- 18) 川村信一郎: 同上. II. 可溶性炭水化物の濃縮. 農化, **23**, 310~315(1950).
- 19) 川村信一郎: 同上. III. 酸処理液の酒精発酵. 農化, **24**, 383~385(1951).
- 20) 川村信一郎: 同上. IV. 蛋白抽出残渣の成分. 農化, **24**, 385~388(1951).
- 21) 川村信一郎: 同上. V. 大豆蛋白抽出残渣の炭水化物の酸糖化. 日醸造協誌, **46**, K65~67(1951).
- 22) 川村信一郎: 同上. VI. 大豆蛋白抽出残渣の酸糖化液の発酵性. 日醸造協誌, **46**, K78~80(1951).
- 23) S. KAWAMURA: Studies on the utilization of the by-products of soybean-protein manufacture. VII. Summarizing discussion. *Tech. Bull. Kagawa Agric. Coll.*, **6**, 227~239(1955).
- 24) 川村信一郎: 大豆炭水化物の研究. I. 大豆の糖類. 香川農大農学報, **4**, 65~71(1952).
- 25) S. KAWAMURA: Studies on soybean carbohydrates. II. Carbohydrate content of defatted soybeans. *Tech. Bull. Kagawa Agric. Coll.*, **5**, 1~14(1953).
- 26) 川村信一郎: 大豆炭水化物の研究. III. ヘミセルローゼの分離. 香川農大農学報, **5**, 190~198(1953).
- 27) 川村信一郎: 同上. IV. オリゴサッカリドの定量. 農化, **28**, 851~853(1954).
- 28) S. KAWAMURA, T. KOBAYASHI (小林恒夫), M. OSIMA (大島道雄) and M. MINO (三野正浩): Studies on soybean carbohydrates. V. A hemicellulose fraction soluble in hot water. Isolation and component sugar determination. *Bull. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, **19**, 69~76(1955).
- 29) S. KAWAMURA and T. NARASAKI (楠崎丁市): do. VI. Component sugars of fractionated polysaccharides, especially identification of fucose in some hemicelluloses. *Agric. Biol. Chem.*, **25**, 527~531(1961).
- 30) 多田 稔, 川村信一郎: 生育および発芽における大豆炭水化物の変化. I. 香川大農学報, **14**, 148~155(1963).
- 31) 川村信一郎, 古市明紀: 同上. II. 大豆の発芽による糖類の変化. 香川大農学報, **17**, 99~103(1966).
- 32) S. KAWAMURA and T. KIMURA (木村 保): A note on the identification of sugars from soybeans through crystalline derivatives. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **17**, 26~28(1965).
- 33) 川村信一郎: 大豆の少糖類. 化学と生物, **4**, 470~471(1966).
- 34) T. KASAI (笠井 忠) and S. KAWAMURA: Soybean oligosaccharides. Isolation by gel filtration and identification by acetylation. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 9~15(1966).
- 35) 川村信一郎, 多田 稔, 楠崎丁市: 大豆の種実, 種皮, 胚軸の糖類. 栄養と食糧, **19**, 268~275(1966).
- 36) S. KAWAMURA: Quantitative paper chromatography of sugars of the cotyledon, hull, and hypocotyl of soybeans of selected varieties. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 117~131(1967).
- 37) S. KAWAMURA: Quantitative paper chromatography of sugars of defatted soybean meal. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 132~137(1967).

- 38) S. KAWAMURA and M. TADA: Isolation and identification of sugars from the cotyledon, hull, and hypocotyl of soybeans by carbon column chromatography. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 138~141(1967).
- 39) S. KAWAMURA, H. SUZUKI (鈴木 裕) and M. IMAYOSHI(今吉公一): Separation of sugars from soybeans by centrifugal chromatography. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 142~146(1967).
- 40) S. KAWAMURA, M. TADA and N. IRIE (入江典子): Effect of autoclaving on sugars of defatted soybean flakes from selected varieties. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 147~153(1967).
- 41) S. KAWAMURA: Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. *U.S. Dep. Agric.*, ARS-71-35, 249~254(1967).
- 42) 川村信一郎: きなこの成分とくに糖類. 栄養と食糧, **20**, 174~176(1967).
- 43) 川村信一郎: 大豆の少糖類とその加熱による変化. 食品工業, **10**(16), 25~34(1967).
- 44) S. KAWAMURA, H. SUZUKI and T. KASAI: Possible nutritional availability of soybean oligosaccharides. 7th Int. Congr. Biochem., Aug. 19~25, 1967, Tokyo, Abstr. I-6(1967).
- 45) 川村信一郎, 桑原健治: みそ製造の第一工程としての大豆の蒸煮による糖類の変化. 日食工会誌, **14**, 535~538(1967).
- 46) 川村信一郎, 深川正弘: しょうゆ製造の第一工程としての脱脂大豆の蒸煮による糖類の変化. 日食工誌, **15**, 30~33(1968).
- 47) 川村信一郎, 笠井 忠, 本田章子: 脱脂大豆の加熱による糖類の変化と有効性リジンの減少. 栄養と食糧, **20**, 478~481(1968).
- 48) 川村信一郎: 大豆炭水化物の研究. 調味科学, **15**, 26~33(1968).
- 49) T. NARASAKI and S. KAWAMURA: Polysaccharides of soybean hull. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **17**, 110~114(1966).
- 50) T. NARASAKI and S. KAWAMURA: Polysaccharides of soybean hypocotyls. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **18**, 154~157(1967).
- 51) T. NARASAKI, R. KAWAGUTI (河口隆二), A. KONDO (近藤 昭) and S. KAWAMURA: Enzymatic hydrolysis of soybean polysaccharides. III. Component polysaccharides of the Taka-diastase hydrolysis residue of the soybean cotyledon hemicellulose B₁. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **19**, 37~39(1967).
- 52) 川村信一郎: 大豆多糖類の化学. I, II. 日食工会誌, **14**, 514~523, 553~562(1967).
- 53) S. KAWAMURA, S. TANUSI (田主澄三) and M. TADA: Acid hydrolysis of soybean oligosaccharides at the isoelectric point of soybean globulins. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **21**, 84~89(1970).
- 54) S. KAWAMURA, T. MIYAKE (三宅俊雄) and T. NARASAKI: Decomposition of soybean oligosaccharides by intestinal bacteria. I. General introduction and preliminary screening of some strains of *Escherichia coli* for the ability of decomposing raffinose. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **20**, 25~32(1968).
- 55) S. KAWAMURA and T. KASAI: do. II. Comparison of twenty strains of *Escherichia coli* for consuming each sugar in the sugar mixture extracted from defatted soybean meal. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **20**, 33~40(1968).
- 56) S. KAWAMURA and T. KASAI: do. III. Comparison of eighteen strains of *Escherichia coli* for consuming some mono- and oligosaccharides. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **20**, 41~48(1968).
- 57) S. KAWAMURA, R. TADA (多田龍二) and T. KASAI: do. IV. Formation of organic acids from the sugar mixture extracted from defatted soybean meal by a few strains of *Escherichia coli*. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **21**, 90~103(1970).
- 58) S. KAWAMURA, H. TORIGOE (鳥越 洋) and T. KASAI: do. V. α -Galactosidase activity of selected strains of *Escherichia coli* outside and inside the cell. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **21**, 104~109(1970).
- 59) S. KAWAMURA, T. KASAI and S. TANUSI: do. VI. Purification and properties of α -galactosidase from *Escherichia coli* subsp. *communior* IAM 1272. *Agric. Biol. Chem.*, **40**, 641~648(1976).
- 60) S. KAWAMURA, T. KASAI and S. TANUSI: do. VII. α -Galactosidase activity of a few other intestinal bacteria than *E. coli*. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **27**, 117~124(1976).
- 61) S. KAWAMURA, T. KASAI and S. TANUSI: do. VIII. β -Fructosidase activity of some intestinal bacteria. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **28**, 67~74(1977).
- 62) 吉田 昭, 馬居昭子, 蔵田陽子, 川村信一郎: 大豆少糖類の体内利用. 栄養と食糧, **22**, 262~265(1969).
- 63) S. KAWAMURA, K. NAGAO (長尾一志) and T. KASAI: Determination of free monosaccharides and detection of sugar alcohols in mature soybean seeds. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **23**, 249~255(1979).
- 64) 梶野三枝子, 市原 光, 鈴木 裕, 笠井 忠, 川村信一郎: 大豆種子からのピニトールの分離, 同定. 香川大農学報, **34**, 163~168(1983).
- 65) 川村信一郎: 大豆炭水化物の栄養的意義. 化学の領域, **30**, 40(1976).

- 66) 川村信一郎：ソラマメ種子の成分総説。香川大農学報, **6**, 8~19(1954).
- 67) 川村信一郎, 中村 博, 堀家欣子：ソラマメの炭水化物の研究。I. 炭水化物の定量。香川大農学報, **6**, 20~26(1954).
- 68) 川村信一郎, 笠井 好, 中村 博：同上。II. ソラマメの糖類。香川大農学報, **6**, 27~31(1954).
- 69) 川村信一郎, 中村 博：同上。III. ヘミセルロースの抽出と粗ホロセルロースの構成糖類。農化, **28**, 854~858(1954).
- 70) S. KAWAMURA, T. NARASAKI, R. KUSUHARA (楠原良三) and T. SATO (佐藤享克): Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*. IV. Eltrovo de ribozo en hidrolizato de hemicelulozo de faboj. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **8**, 201~211(1957).
- 71) 川村信一郎, 檜崎丁市：ソラマメの炭水化物の研究。V. ヘミセルロース B₁ を構成する糖としてのフコースの検出。農化, **33**, 817~821(1959).
- 72) 鈴木 裕, 松本照代, 川村信一郎：ソラマメ種子の生育と成分との関係。I. 農産加工技研誌, **2**, 95~98(1955).
- 73) S. KAWAMURA, H. SUZUKI and T. MATSUMOTO: The relation of maturity to the composition of broad bean seeds. II. On the carbohydrates. 香川農大農学報, **7**, 81~86(1955).
- 74) 川村信一郎：ソラマメ種子の生育と成分との関係。III. デンプンのアミロース含有量。農化, **32**, 749~751(1958).
- 75) S. KAWAMURA and T. NARASAKI: Paper-chromatographic detection of ribose in the hydrolyzate of a hemicellulose of broad-bean seeds. *Bull. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, **20** (Suppl.), 289~290(1956).
- 76) S. KAWAMURA and T. NARASAKI: Fucose as a component of hemicellulose B₁ from broad bean seeds. *Bull. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, **22**, 436~437(1958).
- 77) S. KAWAMURA: Sukeroj de kelkaj japanaj legumenacoj. *Sci. Stud.*, 173~180(1958).
- 78) T. NARASAKI and S. KAWAMURA: The oligosaccharides of some Japanese legumes. I. Preliminary experiments by paper chromatography. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **9**, 157~160(1958).
- 79) S. KAWAMURA: do. II. Higher oligosaccharides in mung beans. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.*, **11**, 29~33(1963).
- 80) 田主澄三, 笠井 忠, 川村信一郎：日本産豆類の少糖類。III. 各種豆類の少糖類の含有量。栄養と食糧, **25**, 25~27(1972).
- 81) 田主澄三, 川村信一郎, 笠井 忠：各種豆類の炭水化物の定量法。栄養と食糧, **25**, 38~41(1972).
- 82) 外間ゆき, 尚 弘子, 川村信一郎, 翁長君代, 新垣博子, 友利知子：豆もやしのビタミンC。I. 緑豆もやし発芽中のビタミンCと糖の消長。琉球大(農家政工)学報, **10**, 184~190(1963).
- 83) 川村信一郎：炭水化物から見てもアズキとリョクトウは *Vigna* (ササゲ属) に入れるほうがよい。化学の領域, **34**, 974(1980).
- 84) 笠井 忠, 藤田 修, 川村信一郎：カラスノエンドウ種子の遊離糖類と青酸配糖体ビシアニン。I. 遊離糖類とその粉碎種子の加温による変化。香川大農学報, **32**, 103~109(1981).
- 85) 笠井 忠, 岸本雅夫, 川村信一郎：同上。II. ビシアニンおよびビシアノースの単離とその性質, ならびに粗製ビシアナーゼ。香川大農学報, **32**, 111~119(1981).
- 86) 川村信一郎, 安司朝海, 財家末男：さやいんげんおよびさやえんどうの糖質の加熱による変化。香川明善短大研紀, **13**, 12~17(1982).
- 87) 長谷 幸, 川村信一郎, 多田 稔, 米山 智, 金谷健一郎：農産食品中のでん粉の定量法。III. でん粉定量法のクロスチェック。食品総研研報, **36**, 110~114(1980).
- 88) 川村信一郎：澱粉の実験室的調製法。「澱粉科学実験法」, 鈴木繁男, 中村道德編, 朝倉書店, p. 11~25(1979).