

三大栄養素と食物繊維によって生じる血糖値の変化

—食品の摂取の順番と間隔による血糖値への影響—

Change of the blood sugar level to produce by three major nutrients and dietary fiber

—Influence on blood sugar level by the interval between the turn and the intakes of the intake of the food—

浅田 英嗣 Eiji Asada

(家政学部管理栄養士専攻)

加藤 かおり Kaori Kato

(ハピネス歯科こども歯科クリニック)

抄 録

血糖値の上昇を抑制するには食事の最初に野菜を食べることが効果的であるという先行研究が重要視されているが、実際は野菜（副菜）を摂取した後にタンパク質と脂質（主菜）を摂取し、最後に米飯（主食）という順番がもたらした効果であり、最初に野菜を摂取するだけではその効果は薄く、主食の前にタンパク質と脂質が加わることが重要である。

本研究によって、最も血糖値を抑制する食事の順番は、最初に野菜、次にタンパク質と脂質、最後に糖質であることが示唆された。

キーワード

糖尿病 diabetes mellitus 炭水化物 carbohydrate 糖質 sugariness

タンパク質 protein 脂質 fat 野菜 vegetable 食物繊維 dietary fiber

血糖値 blood glucose level 順序 sequence インクレチン Incretin

目 次

- 1 はじめに
- 2 目的
- 3 方法
- 4 結果
- 5 考察
- 6 結論

1 はじめに

糖尿病において血糖値のコントロールは重要であり、血糖値は糖代謝のみならず、脂質ならびにタンパク質代謝の影響を強く受けることは、2017年度の愛知学泉大学浅田研究室の研究で確認された。糖質の摂取によって血糖値が上昇するが、タンパク質、脂質ではほとんど上昇しないことが明らかとなり、さらに、糖質に脂質とタンパク質を併せて摂取すること

で、エネルギーは増加しても血糖値は大きく抑制されることも判明した。⁽¹⁾

一方、日本糖尿病学会・糖尿病診療ガイドライン2016では「食物繊維に富んだ野菜を先に食べることによって、食後血糖の上昇が抑制され、HbA1cが低下することが報告されている。」とあり⁽²⁾、「食事は野菜から食べるのが健康に良い。」というイメージが定着している。

2 目的

最初に野菜を摂取し、その10分後にご飯を食べることで血糖値は大きく抑制されるという先行研究⁽³⁾に示された“その10分後”にはどのような意味があるのか。そしてそれが10分ではないときには血糖値にどのような変化があるのかについては研究されていない。本研究ではこの点を実験によって検証し、解明することとした。

3 方法

3.1 対象者

愛知学泉大学管理栄養士専攻4年生の健康に問題のない男性3人、女性3人の計6名とし、前もって本研究についての説明を行い、同意が得られた者を対象とした

3.2 血糖測定方法

血糖測定にはニプロフリースタイルフリーダムライト(ニプロ株式会社)、ニプロフリースタイルフリーダムライトセットS(ニプロ株式会社)、ニプロFS血糖センサーライト(ニプロ株式会社)を使用した。

昼食時に空腹時血糖値を測定した後、試験食を摂取し、最初の1時間は15分ごと、それ以降は30分ごとに4時間後までの血糖値を測定した。測定に際しては次の条件を課した。

- ① 測定前日22時までに食事を済ませる。(水の摂取は可)
- ② 測定当日は指定された朝食を朝8時までに摂取する。測定期間中は水、お茶のみ摂取を許可し、その他は摂取禁止とする。
- ③ 試験食を摂取後は強い運動を控える。

3.3 試験食の内容

試験食(昼食)の内容は次の通り。なお、昼食前後の血糖値への影響を排除するために、朝食はカロリーメイト4本+牛乳200mlとした。

- ① 米飯のみを食べる。
- ② 米飯と野菜を同時に食べる。
- ③ 野菜を5分で食べ、5分後に米飯を食べる
- ④ タンパク質・脂質を5分で食べてから野菜を5分で食べ、最後に米飯を食べる。
- ⑤ 野菜を5分で食べてからタンパク質・脂質を5分で食べ、最後に米飯を食べる。
- ⑥ タンパク質・脂質を5分で食べ、その5分後に米飯を食べる

野菜は1日の目標量350g⁽⁴⁾を3食均等に食べることに相当するよう、1食分を120gとした。緑黄色野菜としてほうれん草40gその他の野菜として白菜40g、もやし40gとし、茹でてから濃い口醤油5mlをかけた。(表1)

表1 各試験食の栄養価

	食品名	使用量	エネルギー	タンパク質	脂質	炭水化物	食物繊維			食塩
		(g)	(kcal)	(g)	(g)	(g)	水溶性	不溶性	総量	
①白飯のみ	めし	179	301	4.5	0.5	66.4	0.0	0.5	0.5	0.0
②白飯と野菜を同時 ③野菜を5分→白飯	めし	179	301	4.5	0.5	66.4	0.0	0.5	0.5	0.0
	ほうれん草	40	8	0.9	0.2	1.2	0.3	0.8	1.1	0.0
	白菜	40	6	0.3	0.0	1.3	0.1	0.4	0.5	0.0
	もやし	40	6	0.7	0.0	1.0	0.0	0.5	0.5	0.0
	合計	299	320	6.4	0.8	70.0	0.4	2.3	2.7	0.0
④鶏肉→野菜→白飯 ⑤野菜→鶏肉→白飯	めし	179	301	4.5	0.5	66.4	0.0	0.5	0.5	0.0
	野菜	120	19	1.9	0.2	3.6	0.4	1.7	2.2	0.0
	ささみ	50	53	11.5	0.4	0.0				0.1
	バター	10	76	0.1	8.3	0.0				0.0
	合計	359	449	17.9	9.5	70.0	0.4	2.3	2.7	0.1
⑥鶏肉を5分→白飯	めし	179	301	4.5	0.5	66.4	0.0	0.5	0.5	0.0
	ささみ	50	53	11.5	0.4	0.0				0.1
	バター	10	76	0.1	8.3	0.0				0.0
	合計	239	430	16.0	9.2	66.4	0.0	0.5	0.5	0.1

3.4 検定方法

統計解析には EZR (ver1.36) を使用し、一元配置分散分析 (one-way ANOVA) 【3 群以上の間の平均値の比較】の Tukey の検定で行った。

3.5 倫理的配慮

本研究は、愛知学泉大学ヒトを対象とする栄養および医学研究の倫理指針の趣旨を尊重し、倫理委員会による承認を得て実施した。

4 結果

4.1 各食品による血糖値の比較

① 米飯のみを摂取した後の血糖値

摂取後急速に上昇し、45 分後に 140 を超えたところでピークを迎え、240 分後には元の値に戻った。(表 2) (図 1)

② 米飯と野菜を同時に摂取した後の血糖値

摂取後、徐々に上昇し、45 分後に 140 の手前でピークを迎え、240 分後にほぼ元の値に戻った。(表 3) (図 2)

③ 野菜を 5 分で食べ、その 5 分後に米飯を摂取した後の血糖値

摂取後、徐々に上昇し、30 分後に 140 の手前でピークを迎え、240 分後にほぼ元の値に戻った(表 4) (図 3)

④ タンパク質・脂質を 5 分で食べてから野菜を 5 分で食べ、最後に米飯を摂取した後の血糖値

摂取後、緩やか上昇し、90 分後にピークを迎え、210 分後に元の値に戻った。(表 5) (図 4)

⑤ 野菜を 5 分で食べてからタンパク質・脂質を 5 分で食べ、最後に米飯を摂取した後の血糖値

摂取後、緩やか上昇し、30 分後にピークを迎え、120 分後にも再度ピークがあったが、いずれも 120 未満の小さな山であった。180 分後に元の値に戻った。(表 6) (図 5)

⑥ タンパク質・脂質を 5 分で食べ、その 5 分後に米飯を摂取した後の血糖値

摂取後、緩やか上昇し、60 分後に 120 を僅かに超えたところでピークを迎え、180 分後に元の値に戻った。(表 7) (図 6)

表 2 米飯のみを摂取後の血糖値 (mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	87	94	108	132	148	156	140	103	100	98	103	90
B	93	117	148	161	160	145	106	114	101	105	110	97
C	91	94	102	125	133	143	137	110	106	115	94	94
D	92	99	98	109	134	153	117	1210	122	107	95	94
E	94	86	118	150	147	121	95	100	100	88	79	90
F	85	91	97	130	141	118	98	119	99	103	86	83
平均	90	97	112	135	144	139	116	109	105	103	95	91

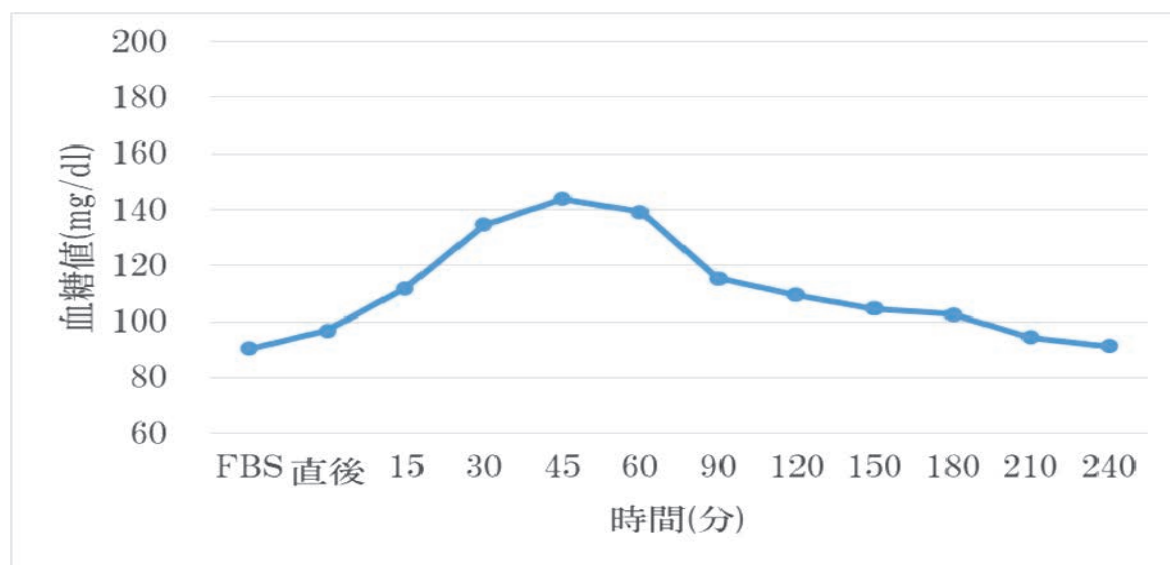


図 1 米飯のみを摂取後の血糖値の平均

表3 米飯と野菜を同時に摂取した後の血糖値(mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	105	116	158	165	143	135	128	113	110	96	89	87
B	84	110	131	114	130	136	134	126	127	129	124	116
C	98	102	123	147	142	137	129	113	103	105	100	93
D	97	105	138	138	147	144	132	116	125	104	103	92
E	92	105	108	124	130	112	89	117	92	88	79	81
F	84	116	109	117	118	111	114	111	100	89	98	105
平均	93	109	128	134	135	129	121	116	110	102	99	96

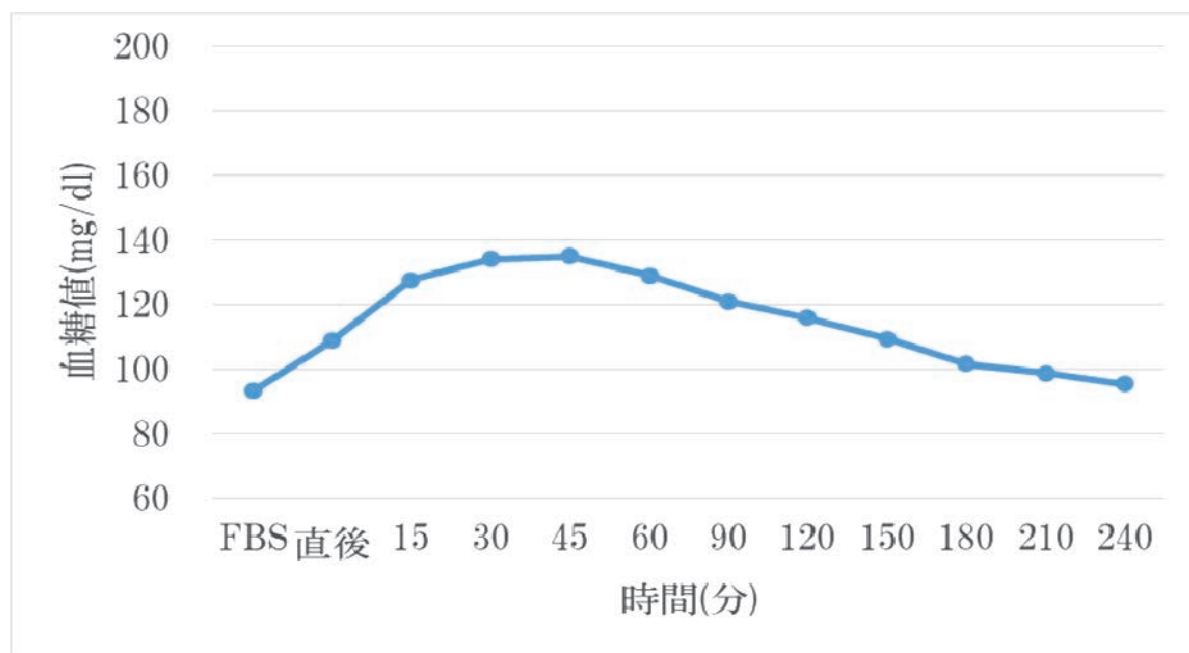


図2 米飯と野菜を同時に摂取した後の血糖値

表4 野菜を5分で食べ、その5分後に米飯を摂取後の血糖値 (mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	101	116	134	118	116	123	134	116	100	76	90	86
B	93	119	140	131	136	151	141	155	138	103	115	117
C	101	94	106	127	113	121	132	134	123	108	96	107
D	98	101	121	150	130	131	123	107	115	111	112	97
E	87	92	142	165	144	149	134	91	93	82	84	84
F	84	115	108	136	121	116	133	117	105	114	90	91
平均	94	106	125	138	127	132	131	120	112	99	98	97

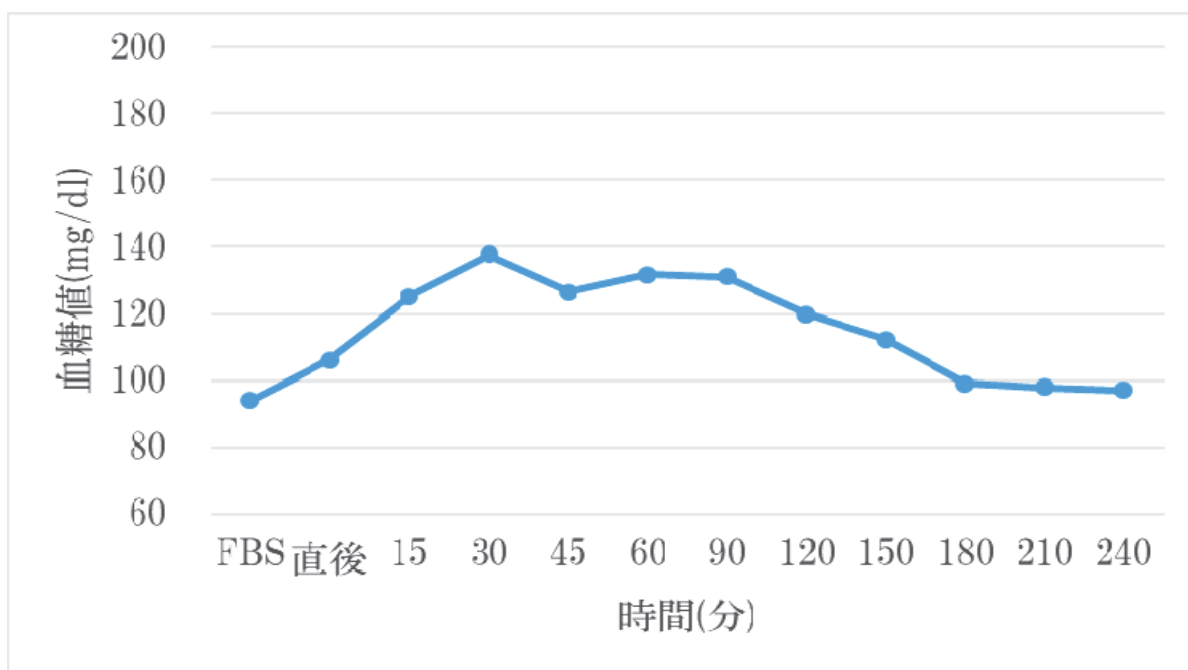


図3 野菜を5分で食べ、その5分後に米飯を摂取後の血糖値

表5 タンパク質・脂質を5分で食べてから野菜を5分で食べ、最後に米飯を摂取後の血糖値 (mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	89	91	146	151	138	117	121	133	101	90	82	86
B	92	123	105	105	115	113	125	107	110	106	119	114
C	105	98	92	96	110	110	129	154	136	136	96	129
D	95	107	118	113	111	130	152	116	124	114	97	91
E	88	97	122	111	108	92	102	93	97	87	88	82
F	94	84	82	113	109	92	117	103	100	113	96	76
平均	94	100	111	115	115	109	124	118	111	108	96	96

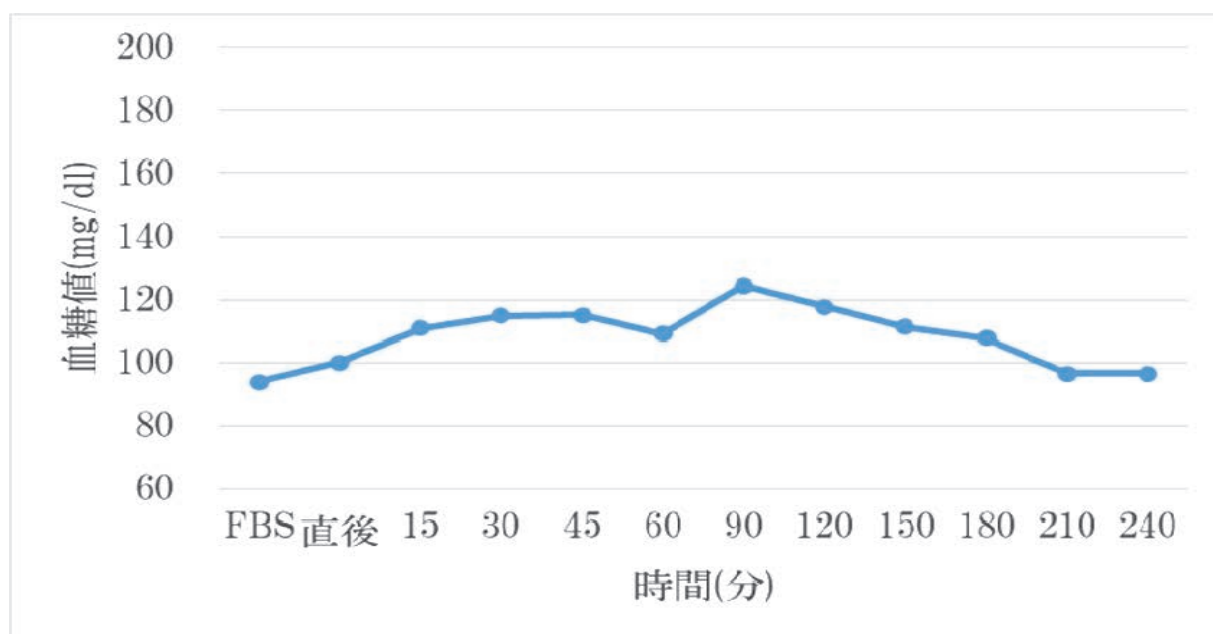


図4 タンパク質・脂質を5分で食べてから野菜を5分で食べ、最後に米飯を摂取後の血糖値の平均

表6：野菜を5分で食べてからタンパク質・脂質を5分で食べ、最後に米飯を摂取後の血糖値 (mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	84	92	114	123	109	99	118	117	104	90	85	87
B	93	109	97	101	114	115	133	111	120	118	103	113
C	92	107	97	128	138	126	116	117	120	114	113	103
D	107	108	110	124	125	127	113	125	102	93	89	94
E	99	99	112	133	117	98	79	108	95	96	77	79
F	94	100	93	96	98	105	108	118	111	97	106	90
平均	95	103	104	118	117	112	111	116	109	101	96	94

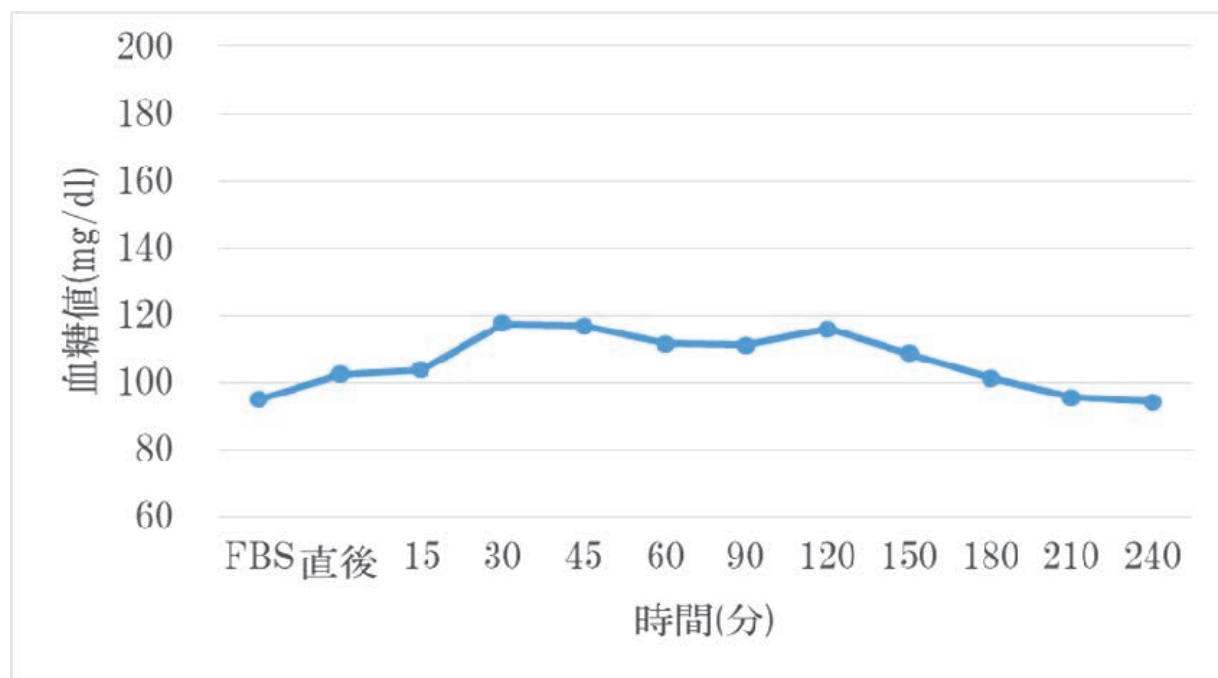


図5 野菜を5分で食べてからタンパク質・脂質を5分で食べ、最後に米飯を摂取後の血糖値の平均

表7 タンパク質・脂質を5分で食べ、その5分後に米飯を摂取後の血糖値 (mg/dl)

	FBS	直後	15分	30分	45分	60分	90分	120分	150分	180分	210分	240分
A	88	94	122	115	103	107	116	105	88	90	90	92
B	93	110	103	116	120	124	135	123	123	122	120	109
C	109	97	94	105	135	142	123	130	117	104	122	102
D	99	96	118	113	107	123	117	120	107	103	100	91
E	78	86	137	148	153	140	94	114	94	79	81	78
F	77	88	108	103	90	114	93	110	92	86	77	80
平均	91	95	114	117	118	125	113	117	104	97	98	92

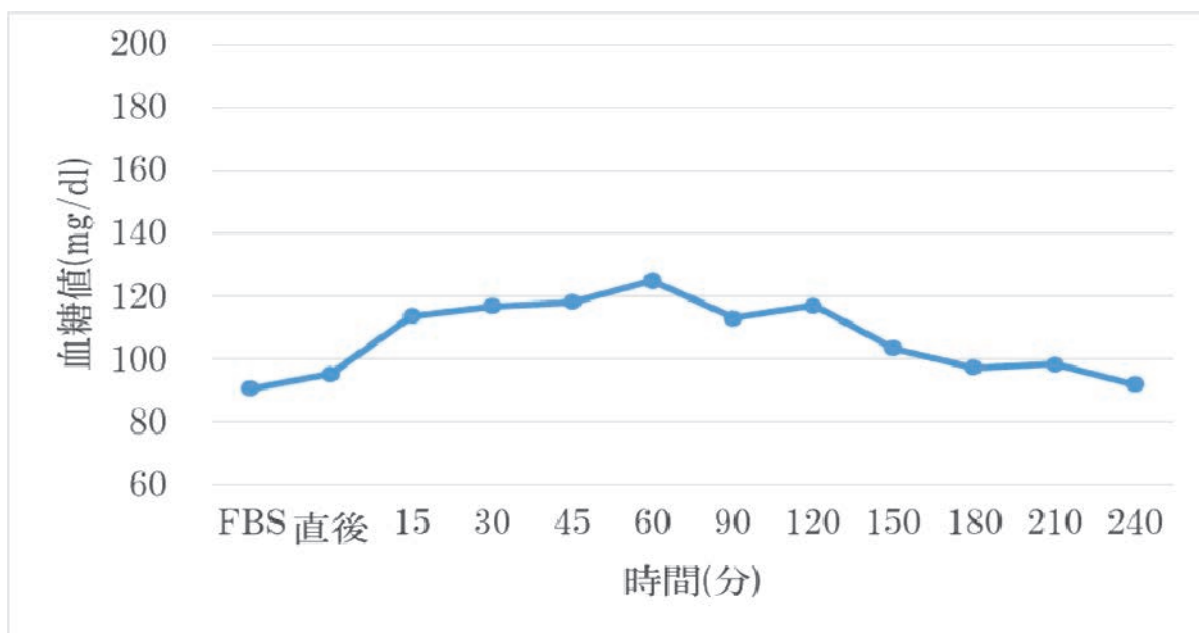


図6 タンパク質・脂質を5分で食べ、その5分後に米飯を摂取した後の血糖値の平均

4.2 全体の比較 (図7・8)

野菜と米飯の組み合わせでは米飯のみを食べた時よりも血糖値が低い大きな差はなかった。

タンパク質・脂質、野菜、米飯の順で食べたときと、野菜、タンパク質・脂質、米飯の順で食べたときでは、前者の方が血糖値のピークが高かった。また、野菜を食べて、その後に米飯を食べたときと、タンパク質・脂質を食べ、その後に米飯を食べたと

きでは、前者の方が上昇した。タンパク質と脂質を摂取した場合は、摂取していないときよりも低い値となった。

また、タンパク質・脂質を5分で食べてから野菜を5分で食べ、最後に米飯を摂取した場合と野菜を5分で食べ、タンパク質・脂質を5分で食べてから最後に米飯を食べた場合の方がわずかに低い値を示した。

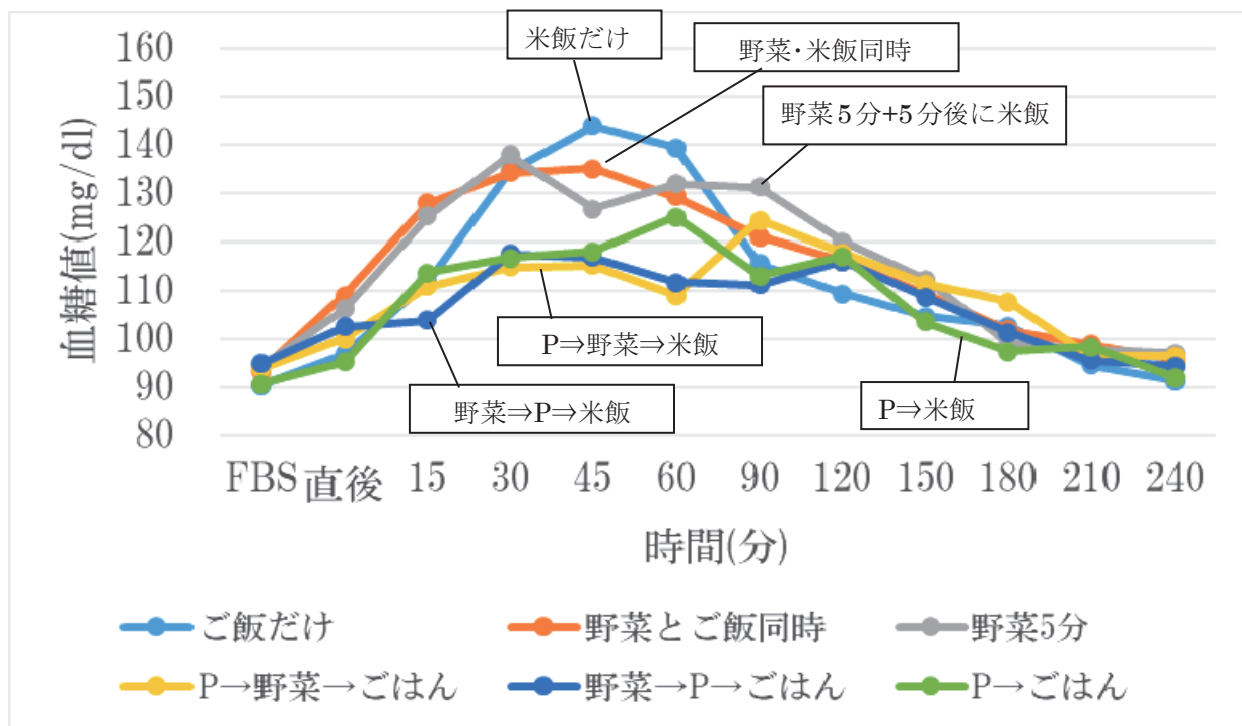


図7 ①~⑥の全体比較 (P=タンパク質+脂質)

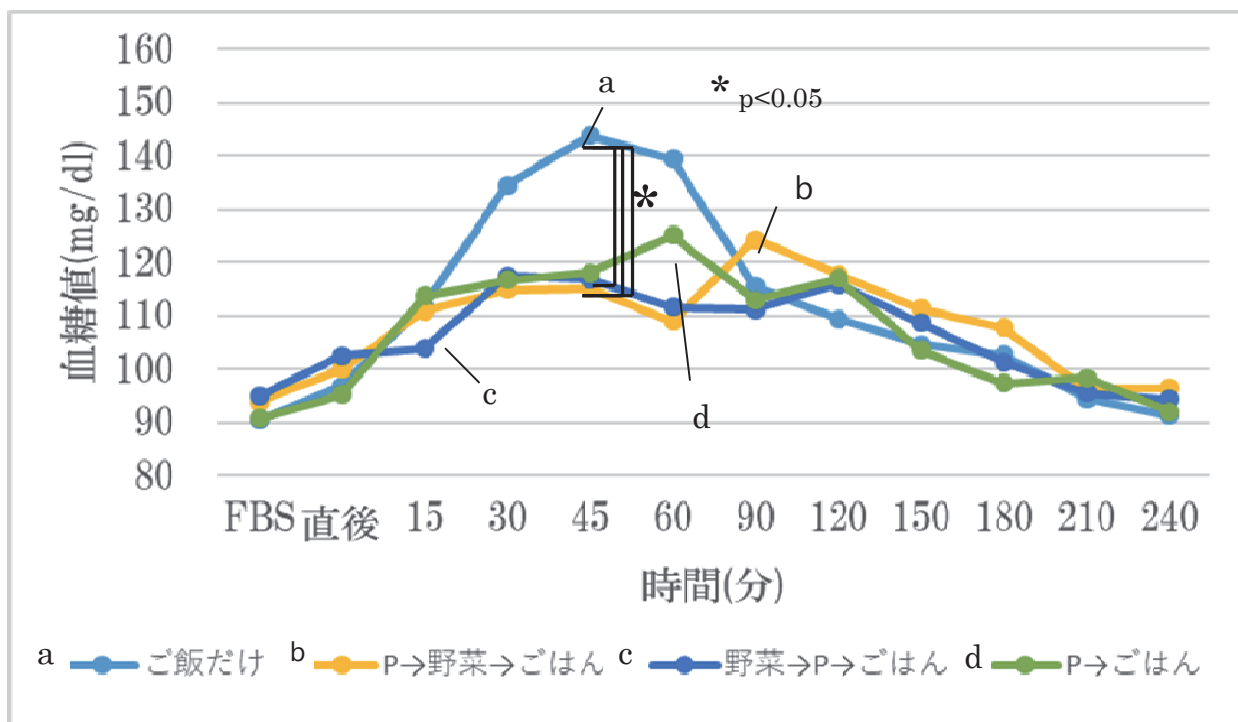


図8 統計結果

米飯のみを摂取した場合と野菜と米飯の組み合わせで、米飯だけを摂取した場合と野菜と米飯を同時に摂取した場合、野菜を5分で食べ、その5分後に米飯を摂取した場合との比較では、野菜を摂取した方が低い値を示したが、有意差は見られなかった。(図8)

各時間で血糖値を比較した結果45分の時点で、米飯のみを摂取した場合と比べて、タンパク質・脂質、野菜を組み合わせで摂取した方が有意に低い値を示した。(図8)

5 考察

試験食の中で最も血糖値の上昇が抑制されたのは最初に野菜、次にタンパク質と脂質、最後に米飯を食べた場合であった。

野菜と米飯を同時に食べた時と米飯の前に野菜を食べた時は、米飯のみを食べた場合よりもやや速く血糖値が上昇したが、血糖値のピークは低かった。これは、野菜を食べることによって食物繊維が増え、その働きで糖質が小腸を通過する速度が遅くなった効果であると考えられる。しかし、野菜を先に食べても同時に食べても血糖値が強く抑制されることはなく、本研究においては野菜を米飯と同時に食べても10分後に米飯を食べてもそれによる血糖抑制効果は低いという結果であった。

「10分後」に食べるこの意味は、野菜と米飯の

間に主菜であるタンパク質と脂質を食べ(野菜で5分+主菜で5分)、その後に米飯を食べることで生じる効果のことを意味すると考えられる。

最初に野菜を食べるという条件が全面に押し出された結果、野菜より重要なタンパク質と脂質の効果がとり残されたといえる。

タンパク質・脂質を加えた時はいずれも血糖値の上昇が有意に抑えられた。これは、タンパク質と脂質を摂取すると血糖値は上がらずにインクレチンが分泌されることから、タンパク質または脂質を糖質の前に摂取することでインクレチン効果が発現し、糖質が到着する前にインスリン分泌が前倒しされる効果が発現したと考えられる。

6 結論

今回の検証によって野菜を先に食べるだけでは血糖上昇抑制の効果は薄いということが示唆された。このことから健常者の食事において血糖値の上昇を抑える上で最も効果的な順番は、①野菜(副菜)⇒②タンパク質と脂質(主菜)⇒③糖質(主食)の順番であることが考えられる。

この結果によれば、食後血糖値を抑制するには、「野菜を最初に食べる」(ベジファースト)ことよりも「主食を最後に食べる」(カーボラスト)ことが重要であり、タンパク質、脂質、糖質のバランスを整えてその上で野菜を加えることが血糖抑制と栄養バ

ランスの両方を整える最も健康的な食べ方であるといえる。

引用文献

- (1) 浅田英嗣、野末貴寛、若松美咲 著
三大栄養素とその割合によって生じる血糖値
～単体摂取と複合摂取による血糖値への影響～
- (2) 糖尿病診療ガイドライン 2016
日本糖尿病学会 編・著 p 38、44
- (3) 今井佐恵子 著 糖尿病患者における食品の摂取順序
による食後血糖値上昇抑制効果
- (4) 厚生労働省 健康日本 21 (第二次)

(原稿受理年月日 2020年1月15日)