

報 文

麦芽糖，ぶどう糖含有食品中のしよ糖の定量

平 松 鎔 一

Lane & Eynon 法による食品中のしよ糖定量において，共存するマルトース，グルコース，そして蛋白質の影響を検討した。その結果，共存の割合により，滴定直に影響がある事が認められた。

1 緒 言

食品類のしよ糖定量法として，税関において実施されている Lane & Eynon 法は，共存する糖類，その他糖類のしよ糖定量に対する阻害，影響が比較的少なく，その操作の簡易さ，迅速性と共に食品関係の分析に広く利用されているが，還元力の無いしよ糖を酸を用いて加水分解するさいの，酸の濃度，加熱条件等による影響や，共存する糖類の阻害については十分考慮されねばならない。

塩酸による加水分解における塩酸濃度，及び加熱条件によるしよ糖定量値への影響については，出来(1)，出石(2)の報告があり，又共存する糖類の内ラクトースのしよ糖定量に対する影響については筆者(3)が報告した。

然し，税関で取扱う食品類は多種多様であり，ラクトース以外に，グルコース，マルトース，を多量に混在する事が多く，さらにデキストリン，澱粉等の多糖類の共存も考えられる。これら糖類が，塩酸によるしよ糖加水分解のさいに，同じく加水分解されれば還元力の増加を来し，その増加した値はしよ糖として算出されてくる事となる。

又，先に報告した(3)ように，ラクトース共存の場合，直接還元糖定量のさいしよ糖の含有量により定量値に多少の影響が出て来ており，Lane & Eynon 及び Fitelson はしよ糖，ラクトースの混合比による，ラクトース定量のさいの補正表が提出されている。さらに，Fitelson (4)はしよ糖，グルコース混合物のグルコース定量のさいのビュレットの読み補正值を Table 1 のように報告している。

本報告においては，しよ糖にマルトース，グルコース及び蛋白質の混存している場合の還元力の影響について検討を行ったものである。

Table 1 Corrections in milliliters to be added to burette readings
10ml Soxhlet's Solution

Burette Readings (ml)	Sucrose Glucose Ratios			
	2 / 1	4 / 1	8 / 1	20 / 1
1.5	0.20	0.40	0.65	1.15
2.0	0.20	0.45	0.65	1.15
2.5	0.25	0.45	0.70	1.25
3.0	0.30	0.50	0.75	1.45
3.5	0.35	0.55	0.90	1.75
4.0	0.40	0.60	1.10	2.15
4.5	0.45	0.65	1.35	2.60
5.0	0.55	0.70	1.60	3.15

2 実験及び結果

2・1 実験条件

(a) 使用試薬

- 1 しよ糖 試薬特級サツカロース
 - 2 グルコース試薬特級グルコース
 - 3 マルトース試薬特級マルトース
 - 4 蛋白質 卵製アルブミン
- いずれも，24 時間以上デシケーター中乾燥したものを使用した。

(b) 転化条件

試液 100ml 水溶液に対し，塩酸（比重 1.125）5ml を加へ，湯浴中 72 ± 1 で 10 分間転化後 3 規定苛性ソーダで中和した。

上記転化条件は，食品中のしよ糖定量のさい，当関で実施している方法である。マルトースの加水分解の検討には，さらに，上記濃度の塩酸の添加量

及び加熱時間を変えて実施した。

(c) 還元力の判定

糖の加水分解度及び還元力の判定は，Lane & Eynon 法により，指示薬メチレンブルーの脱色時の添加試液量と標準糖液量との液量の比較により検討をした。加熱時間は 3 分以内を厳密に行い，指示薬メチレンブルー(1%)の添加量は，スポイト 4 滴(0.19ml)に規定した。

2・2 マルトースの加水分解

マルトースは，食品中に麦芽飴として比較的多量に使用されている。還元力があるため，しよ糖定量のさい，直接還元糖として定量され，しよ糖の加水分解した還元糖より差引かれる。

マルトースは，二分子のグルコースよりなる 2 糖類であるため，しよ糖加水分解条件で，加水分解されて，グルコースを生成すれば還元力は増加し，しよ糖の定量も増加してくる。

塩酸未添加，未加熱時の滴定量を基準として，2・1・b の転化条件の下に，10 分，15 分，30 分，60 分の加熱時間による還元力の増加を 100%加水分解した時の滴定量との比率によって加水分解率を算出した。加水分解率を Table 2 に記す。100ml 中 240ml のマルトース含有試液を使用した。

Table 2

Hours	10 min	15 min	30 min	60min
Hydrolysis Rate %	0	2.9	5.8	13.8

しよ糖加水分解条件(2・1・b)においては，加水分解は生じないが，転化時間の延長とともに，部分的な加水分解がみとめられ，ラクトースに比較して，加水分解されやすいと思はれる。故に，マルトースにおいては，塩酸濃度，転化時間に注意しなければならない。

さらに，塩酸の添加量，5ml，10ml において，沸とう浴中での加水分解率について検討を行った。Table 3 のごとく，クラトースに比し比較的加水分解は早く進行する。

Table 3

Hours	Hydrolysis Rate %	
	Hcl 5ml	Hcl 10ml
15min	35.8	56.2
30min	67.9	89.8
45min	78.1	94.9
1 hour	85.6	98.5
1.5hour	94.2	100.―
2 hour	96.4	100.―

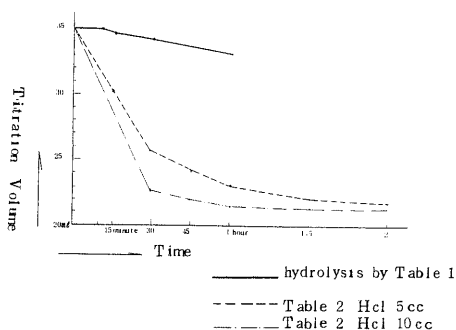


Fig.1 Hydrolysis Rate by heating time

2・3 マルトース定量におけるしよ糖の影響

しよ糖定量のさい，共存するマルトースは直接還元糖として算出される。Lane & Eynon 及び Fitelson は，しよ糖とラクトース，しよ糖とグルコースの混合割合に対する単糖類定量時のビューレットの読み補正表を報告している。さきに報告した(3)如く，ラクトースとしよ糖の混存時におけるラクトースの還元力は，共存するしよ糖の多くなるにしたがって大きくなる。即ち，還元に用する糖液量が少なくなってくるため，ビューレットの読みに，還元力増大分の糖液量を加算して補正を行はなければ，定量値が多く出る事となる。

Lane & Eynon 法(5)では，加熱時間を 3 分以内と規定し特に，ラクトース，マルトース共存時の加熱時間は 3 分以内に厳守するように強調しているが，之は，加熱によるしよ糖の加水分解，さらに二糖類の加水分解による還元力の増加を考慮しているためと思われるが，Table 1 のラクトース，グルコースの補正表は，しよ糖の加水分解にものづくものと考えられる。

マルトースについては，上記補正表は報告されていないが，当然，マルトース，しよ糖混在する時，しよ糖の加水分解のみならず，2・2 に示した如く，比較的加水分解されやすいマルトースの加水分解による還元力の増加を考慮する必要があると思はれる。

しよ糖，マルトース混合による還元力の変化について，混合比を，しよ糖：マルトース=1：1，2：1，3：1，5：1，10：1 とし，標準マルトースの還元液量と比較をした。Lane & Eynon 表にみられる如く，還元反応は厳密には糖の量に比例していない。即ち，糖液量によって，混存しよ糖の影響が異なるものと考えられる。代表的に 20ml, 25ml, 30ml, 35ml, 40ml, 45ml の各滴定量に相当するマルトースを秤ばし，夫々上記比率のしよ糖を添加して測定を行った。しよ糖の含有

量が多い程又は還元必要量が多い程、標準マルトース滴定量より還元力が多いために滴定値は少なくなる、Table 4 は標準マルトース滴定量との差を示す。故に、しよ糖混在マルトースの滴定量に、Table 4 の容量を加算しなければならない。同一混合比においては、滴定量の大きい程、即ち、糖量の少ない程、差が多くなる故、定量にさいしては、滴定量 20ml~30ml の範囲になるよう、試料の採取を行う必要があると思はれる。

然し、食品類のしよ糖定量にあたっては、共存する糖が、マルトースに限定される事はなく、ラクトース、グルコース等各種糖類の混在が考へられるため、個々の補正表を直ちに適用する事は困難であろう。

Table 4 Corrections in milliliters to be added to burette readings

Burette Readings	Sucrose Maltose Ratios				
	1 / 1	2 / 1	3 / 1	5 / 1	10 / 1
20 ml	0.05	0.20	0.30	0.50	1.00
25	0.05	0.20	0.30	0.55	1.10
30	0.10	0.25	0.35	0.80	1.20
35	0.10	0.30	0.40	0.90	1.30
40	0.10	0.35	0.45	1.00	1.40
45	0.15	0.40	0.50	1.10	1.50

2・4 しよ糖、マルトース混合物の定量

しよ糖、マルトース混合物の Lane & Eynon 法による再現性について検討した。

しよ糖、マルトースの混合率を、2 : 1, 1 : 1, 1 : 2 とし、最終濃度は 100ml について 240mg とした。

マルトースは直接還元糖として転化糖に換算し、全糖量より差引き 0.95 を掛けてしよ糖とする。定量値は、Table 5 に示す。2・3 の補正はしていない。

Table 5

Rate		Total Sugar(%)	Direct Sugar (%)		Sucrose (%)
Sucrose	Maltose		as Invert Sugar	as Maltose	
2	1	89.69	21.33	32.51	64.94
1	1	84.08	31.40	48.95	50.05
1	2	76.57	40.77	64.50	34.01

マルトースが多い程、しよ糖は多く算出される。又、マルトースの定量値が低く出るのは、加熱時間を Lane & Eynon 法に従って 3 分間に規定しているためと思われる。還元力の低いマルトースは、一般に加熱時間は 4 分以上必要とされているが、しよ糖定量にさいしては 3 分以内に終るよう規定しているため、完全に還元されて

いないものと考えられる。加熱時間による還元力の変化を Fig. 2 に示す。100ml 中 840mg のマルトース含有試液を用いた。即ちマルトースにおいては加熱時間は最低 4 分必要と認められる。

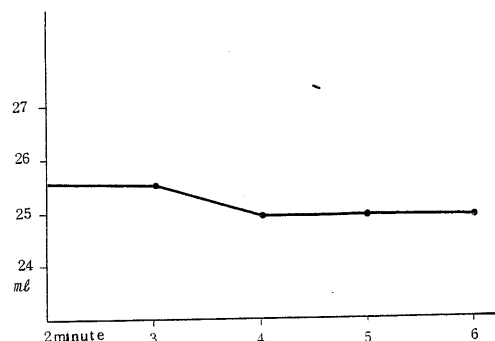


Fig.2

2・5 グルコース定量におけるしよ糖の影響

食品中に多量に使用されている水飴には、酸糖化飴、麦芽飴があり、さらに、酵素醗酵による、でん粉糖(ぶどう糖)がある。酸糖化水飴は、水分約 15% 程度で直接還元糖として 20~60%、グルコースとして 5%~40% と、含有量に大きな巾があり、さらに少量のマルトース及び数種の糖類を含んでいる。(6)

グルコースは単糖類であり、しよ糖転化のさいの影響は無いが、しよ糖混在時について、Fitelson により、Table 1 の補正表が報告されている。水飴の場合は、グルコースの他に上記糖類及びデキストリンを含有し複雑な組成であるが、その組成は一定していないので、主成分であるグルコースとしよ糖の混合物について検討をした。

しよ糖、グルコースの混合比率 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1, 5 : 1, 10 : 1 について、それぞれ 25ml, 35ml, 45ml の滴定値における標準グルコースとの滴定値の比較検討をした。

その結果 Table 1 に近以の値がえられ、それを Table 6 に示す。

Table 6 Corrections in milliliters to be added to burette readings

Burette Readings	Sucrose Glucose Ratios				
	1 / 1	2 / 1	3 / 1	5 / 1	10 / 1
25 ml	0.10	0.20	0.25	0.50	0.85
35	0.10	0.30	0.30	0.65	1.25
45	0.15	0.40	0.50	0.85	1.40

2・6 蛋白質の影響

食品中には、糖類の他に乳製品、穀類等からくる蛋白質が混在する事が多い。

蛋白質で水不溶性のものは、水で希釈する時除去可能であるが、一部混入してくる事はまぬがれない。

蛋白質は、硫酸銅とピユーレット反応を呈し、Lane & Eynon 法における指示薬メチレンブルーの脱色を不明確にし、しよ糖定量に妨害をすると云われる。多量の蛋白質が混在する時は、還元析出した酸化銅液が黄赤色となり、又泡立ちが多くなる。普通酢酸鉛溶液で脱蛋白をしてから定量を行わなければならないが、ろ過操作中の誤差を考慮しなければならない。

蛋白質の混在によるしよ糖定量値の変化について検討を行った。

蛋白質は、水溶性の卵製アルブミンを使用し、しよ糖に加えて転化を行ったものと、グルコースに加へたものについて、定量を行った。

混合比率は、しよ糖又はグルコース：アルブミン = 1:2, 1:1, 1:1/2, 1:1/4, 1:1/10 の溶液を作り、夫々、蛋白質未添加糖液の滴定値と比較を行った。

しよ糖との混合液は、転化により、蛋白質は凝固するため、滴定時にろ過して実施した。

Table 7 の結果をえた、数値は蛋白未添加糖液より多い滴定値を示す。

Rate		Increase of burette reading for standard	
Sugar	Protein	Sucrose(ml)	Glucose(ml)
1	2	0.85	0.70
1	1	0.80	0.70
1	1/2	0.45	0.50
1	1/4	0.25	0.20
1	1/10	0.15	0.15

蛋白質を含まない標準糖液より、いずれも高い滴定値即ち、定量値は低く算出されてくる。

特に、1:2, 1:1 のものは、泡立ちが多く、又、指示薬メチレンブルーにより、液は赤黒色となって、終点の判定は困難である。

3 考 察

Lane & Eynon 法によるしよ糖定量にさいし、共存するマルトース、グルコース、蛋白質の影響について検討した結果、それぞれの滴定値に若干の増減をもたらす事が認められた。しかもその還元力の変動は Lane & Eynon 表の 15ml から 50ml の滴定値に同一ではない。

故に、混合成分が判明している時には、補正が出来るが、一般食品中には、各種糖類が共存する事がふつうであるので、すべてを考慮して補正を行う事は困難である。

しよ糖算出時には、混在糖類が直接還元糖及び転化糖の両方に、特に転化による加水分解がおこらない限り、同じ比率で影響し合っているものと考えられるので、特に大きな誤差にはならないものと思はれる。

食品中のしよ糖定量について、さらに多角的に検討を行う必要があると考える。

文 献

- 1 出来三男，鑑査資料 No.5 (1959)
- 2 出石 積，税関分析研究発表会
- 3 平松鐔一，関税中央分析所所報 No.1
- 4 Fitelson. J, Assoc, official Agr, chem, 15.624 (1932)
- 5 Lane & Eynon. J, Soc, Chem, Ind, 46.434 (1927)
- 6 シュガーハンドブック，P.609

JUNICHI HIRAMATSU

(Nagoya Customs Laboratory 5 - 1 , Kaigandori Minato - ku,Nagoya)

Determination of Sucrose in Foods containing Maltose & Glucose

On the determination of Sucrose in foods by Lane & Eyouns method,it was investig -
ated influences in precence of Maltose.Glucose and protein.

As a result,it has been found that the titration value to determination of sucrose
is interfered with Maltose.Glucose and protein in proportion to increase of its
quantity