

報 文

麦芽を原料の一部とした発泡性発酵酒における原料麦芽の重量割合の推定

中 村 文 雄, 菱 木 貴 史, 隅 野 隆 永, 岩 本 和 郎*

Estimation of malt content in sparkling fermented beverages made from malt

Fumio NAKAMURA, Takashi HISHIKI, Takanaga SUMINO and Kazuro IWAMOTO*

*Osaka Customs Laboratory

4 - 10 - 3, Chikko Minato - ku, Osaka - shi, Osaka 552 - 0021, Japan

A method for estimation of a malt content, that is, a weight proportion of malt to all raw materials except water, in sparkling fermented beverages made from malt, that is, beers using adjuncts, was developed. Alcoholic contents and real extracts were measured by hydrometric method. Then original extracts (O.E.) were calculated by Balling's equation. Total nitrogen contents (T.N.) were measured by Kjeldahl method. Survived nitrogen ratios (S.N.R.), that is, ratio of T.N. and O.E. were calculated. Ratio of S.N.R. of sample versus mean S.N.R. of all - malt beers gave an estimated malt content. S.N.R. varied with origin of malt or mashing condition. So the estimated malt content also varied. But this method could discriminate between 50% malt content and 25% except using barley as adjuncts.

1. 緒 言

近年, 麦芽を原料の一部とした発泡性発酵酒(酒税法上における発泡酒で, 一般に節税ビール, 低麦芽ビール等と称されているもの, 以下発泡酒という)の市場シェアが増加し, また, 輸入品も増加している。これらは, 水を除く原料中麦芽の重量割合(以下麦芽使用率という)により酒税率が異なり, その税率格差は非常に大きい。

まず, ビール類の一般的な製造法は以下のとおりである。概略を Scheme 1 に示す。詳しくは成書を参照されたい^{1)~10)}。

はじめに, 麦芽を製造する工程(製麦工程)で, 大麦を制御された条件下で発芽させる。発芽に伴い, 大麦粒内にアミラーゼ, プロテアーゼ等の各種の麦芽酵素が生産, 蓄積する。これらにより大麦中のデンプンやたんぱく質等の高分子物質は分解され, 低分子化する。麦芽酵素を失活しないように酵素反応を停止させるため, 麦芽は焙燥される。

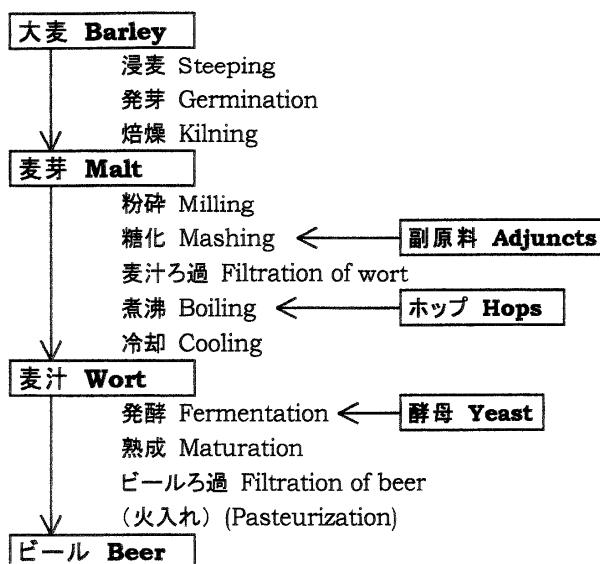
次の仕込み工程では, 粉碎した麦芽を温水と混合し, ある温度プログラムにしたがって昇温させ, 麦芽酵素によりデンプンやたんぱく質等の高分子物質をさらに低分子化させ, 糖類やアミノ酸からポリペプチドに至る窒素化合物に分解する。副原料を使用するものは, この仕込み工程中に, 米, とうもろこしやデンプン等の副原料を加熱, 糊化した後, 混合する。混合物はろ過

により不溶物を分離した後, ホップを加えて煮沸する。煮沸により麦芽酵素は失活し, 熱凝固性たん白質も除かれ, ホップ中の苦み成分が抽出される。こうして造られた麦汁の濃度は原麦汁濃度(オリジナルエキスともいわれる)といい, ビールの濃度を決定することになるので, 製造するビールの性質を決定する重要な因子となる。

煮沸された麦汁は冷却され, 酵母を加えてアルコール発酵させる。ある程度発酵した後, 酵母を分離し一定期間貯蔵することにより, 熟成させる。熟成後, ろ過し, 瓶, 缶, 樽等の容器に詰められ, 必要に応じ加熱処理(火入れ)が行われ, 製品となる。

さて, ビール中の含窒素化合物は, そのほとんどが大麦のたんぱく質に由来する。それが製麦及び仕込み工程により低分子化(可溶化)し, その後の麦汁ろ過, 麦汁煮沸, 冷却, 発酵, 熟成, ビールろ過等の各工程により系外に除去されながら, 最終的に製品であるビール中に残存する。

仕込み工程中に加えられる米, とうもろこし等の副原料もたんぱく質を含んでいるが, これらの糊化温度が大麦のそれよりも高く, また, 麦芽プロテアーゼの至適温度よりも高いため, その作用を受けにくく, これらに含まれるたんぱく質は低分子化(可溶化)しにくい。そのため, 前述の各工程で系外に除去され, ビール中に残存しないと考えられる。一般に副原料はビ-



Scheme 1 Brewing process of beer

ル製造においては含窒素化合物に関しての“希釈剤”として用いられている。

ところで、国産酒類の納税義務者は酒類の製造者であり、当該製造者には原料の受払い等について記帳義務が課せられており、その麦芽使用率を知ることは可能であるが、輸入酒類の納税義務者は酒類取引者（酒類を保税地域から引き取る者）であり、当該引取者は直接製造に関与していないため、事実上、その麦芽使用率を知ることは不可能である。

しかし、発泡酒等の麦芽使用率を化学的に定量する方法は、我々の知る限り報告されていない。

そこで、我々は、それらの原麦汁濃度に対する全窒素分の割合（以下残存窒素率という）を用いる発泡酒の麦芽使用率の推定法について検討したので報告する。

2. 実験

2.1 試料並びに器具及び装置

2.1.1 試料

全麦芽ビール：国産市販品 7 種

　　外国産市販品 18 種（10 カ国）

　　国税庁醸造研究所試釀ビール 2 種

一般ビール：国産市販品 14 種

　　外国産市販品 4 種（2 カ国）

　　国税庁醸造研究所試釀ビール 3 種

発泡酒：国産市販品 5 種

　　外国産市販品 10 種（4 カ国）

国税庁醸造研究所試釀ビール 1 種
大阪税関管内に輸入申告のあったもの 5 種

2.1.2 器具及び装置

酒精度計

比重浮ひょう

自動式窒素 / 蛋白質定量装置 MRK KJEL - AUTO (三田村理研工業製)

2.2 実験方法

2.2.1 アルコール分

国税庁所定分析法 6 ビールに規定する方法¹¹⁾により、アルコール分（容量%）を測定し、重量%に換算した。換算式は以下のとおりである¹²⁾。

$$W = V \cdot A / S$$

ここで、W : アルコール分（重量%）

V : アルコール分（容量%）

A : エチルアルコールの比重（0.70425）

S : 蒸留液の比重

なお、検体の蒸留に際し、泡立ち防止のためにタンニン酸水溶液を加えた¹³⁾。

2.2.2 エキス分

国税庁所定分析法 6 ビールに規定する方法¹¹⁾により、エキス分（g / 100ml）を測定し、重量%に換算した。

2.2.3 全窒素分

検体を一定量採り、自動式窒素 / 蛋白質定量装置 MRK KJEL - AUTO を用いて Kjeldahl 法により全窒素分（mg / 100ml）を測定した。

2.2.4 原麦汁濃度

2.2.1 及び 2.2.2 で求めたアルコール分及びエキス分を用い、BCOJ（ビール酒造組合国際技術委員会）ビール分析法による換算式（Balling の実験式）により、原麦汁濃度（重量%）を求めた。換算式は以下のとおりである¹⁴⁾。

$$P = ((2.0665W + E) / (100 + 1.0665W)) \times 100$$

ここで、P : 原麦汁濃度（重量%）

W : アルコール分（重量%）

E : エキス分（重量%）

2.2.5 残存窒素率

2.2.4 で求めた原麦汁濃度に対する 2.2.3 で求めた全窒素分の割合、残存窒素率（ca. 重量%）を求めた。

2.2.6 麦芽使用率の推定

全麦芽ビールの残存窒素率の平均値に対する試料の残存窒素率の割合を求め、その割合を麦芽使用率と推定した。

3. 結果と考察

3.1 全麦芽ビール

市販品については、表示原材料が麦芽及びホップのみであるものを全麦芽ビールとみなした。全麦芽ビールの分析値を Table 1 に示す。

残存窒素率の平均値 0.630、変動係数 18.2% (n=27) であつ

Table 1 Analysis data of all - malt beers

Sample	Origin	Alc. (v/v) at.15	Alc. (w/w)	Specific gravity (15/4)	Real extract (wt%)	Original extract (wt%)	Total nitrogen (mg/100ml)	Total nitrogen Original extract (ca. %)	Sample
A-1	N.R.I.B.*	5.2	4.16	1.0083	4.25	12.30	103.16	0.839	A-1
A-2	N.R.I.B.*	5.5	4.40	1.0058	3.71	12.23	87.95	0.719	A-2
A-3	Japan	5.2	4.16	1.0086	4.32	12.37	79.14	0.640	A-3
A-4	Japan	5.0	4.00	1.0083	4.18	11.94	78.18	0.655	A-4
A-5	Japan	3.0	2.39	1.0029	2.10	6.87	44.45	0.647	A-5
A-6	Japan	5.1	4.08	1.0078	4.09	12.00	75.45	0.629	A-6
A-7	Japan	5.4	4.32	1.0078	4.19	12.54	84.56	0.674	A-7
A-8	Japan	5.2	4.16	1.0087	4.35	12.40	82.89	0.669	A-8
A-9	Japan	5.8	4.64	1.0088	4.57	13.50	95.44	0.707	A-9
A-10	Netherlands	5.1	4.08	1.0088	4.34	12.24	68.71	0.561	A-10
A-11	Netherlands	5.1	4.08	1.0113	4.97	12.84	95.16	0.741	A-11
A-12	Netherlands	4.9	3.92	1.0086	4.22	11.83	75.67	0.640	A-12
A-13	Germany	5.0	4.00	1.0058	3.54	11.33	80.78	0.713	A-13
A-14	Germany	5.1	4.08	1.0078	4.09	12.00	90.93	0.758	A-14
A-15	Germany	5.0	4.00	1.0077	4.03	11.79	65.79	0.558	A-15
A-16	Germany	4.8	3.84	1.0078	3.99	11.45	67.11	0.586	A-16
A-17	Italy	4.6	3.68	1.0075	3.84	11.01	80.18	0.728	A-17
A-18	Italy	4.7	3.76	1.0069	3.72	11.05	53.22	0.482	A-18
A-19	Austria	5.2	4.16	1.0090	4.42	12.47	70.52	0.566	A-19
A-20	U.K.	5.5	4.40	1.0066	3.92	12.43	59.40	0.478	A-20
A-21	U.K.	5.6	4.48	1.0098	4.76	13.38	70.21	0.525	A-21
A-22	Portugal	5.2	4.16	1.0088	4.37	12.42	52.03	0.419	A-22
A-23	Thailand	6.0	4.81	1.0078	4.39	13.62	63.28	0.465	A-23
A-24	Singapore	5.2	4.16	1.0078	4.12	12.18	65.17	0.535	A-24
A-25	Viet Nam	5.2	4.16	1.0093	4.50	12.54	60.56	0.483	A-25
A-26	U.S.A.	4.5	3.60	1.0121	4.97	11.95	95.32	0.798	A-26
A-27	U.S.A.	5.0	4.00	1.0118	5.06	12.78	102.90	0.805	A-27

*N.R.I.B. is National Research Institute of Brewing

mean	0.630
standard deviation	0.114
coefficient of variation	18.2%

た。変動係数が大きいのは、麦芽の種類や仕込み工程中の加熱条件が異なるためであると考えられる。

3.2 一般ビール

市販品については、表示原材料が麦芽及びホップ以外に副原料の記載があり、かつ、ビールの表示のあるものを一般ビールとみなした。酒税法上、ビールの麦芽使用率は、67%以上である。一般ビールの分析値及び推定麦芽使用率を Table 2 に示す。

市販品の正確な麦芽使用率は不明であるため正確な評価はできないが、全麦芽ビールの残存窒素率の変動率を考慮して、許容幅を $\pm 30\%$ (残存窒素率に対して) と考えると、推定麦芽使用率は 67%以上と考えて矛盾しない。

3.3 発泡酒

市販品については、表示酒類が発泡酒であるものを発泡酒とみなした。輸入申告のあったものについては、輸入申告書添付資料により判定した。発泡酒の分析値及び推定麦芽使用率を Table 3 に示す。

市販品の正確な麦芽使用率は不明であるため正確な評価はできないが、一般ビールと同様に許容幅を $\pm 30\%$ (残存窒素率に対して) と考えると、一部を除き推定麦芽使用率は表示麦芽使用率を満足する。

S-1 及び S-19~21 については、推定麦芽使用率は許容幅を超える大きな値となるが、これらはすべて副原料として大麦(発芽していないもの)を使用している。

大麦の糊化温度は米、とうもろこし等のそれよりも低く、麦

麦芽を原料の一部とした発泡性発酵酒における原料麦芽の質量割合の推定

Table 2 Analysis data of beers using adjuncts

Sample	Origin	Malt content (%)	Adjuncts (%)	Alc. (v/v) at.15	Alc. (w/w)	Specific gravity	Real extract (g/100g)	Original extract (g/100g)	Total nitrogen (mg/100ml) (ca. %)	Total nitrogen (mg/100ml) (ca. %)	Estimated malt content (%)	Allowance	Sample
B-1	N.R.I.B.	71.4	corn grits, corn starch	4.0	3.20	1.0086	4.26	10.51	38.43	0.366	58.0	40.6 ~ 75.4	B-1
B-2	N.R.I.B.	77.1	corn grits, corn starch	4.5	3.60	1.0128	5.15	12.12	63.44	0.524	83.1	58.1 ~ 108.0	B-2
B-3	N.R.I.B.	81.5	sugar	5.3	4.24	1.0298	9.62	17.59	82.47	0.469	74.4	52.1 ~ 96.7	B-3
B-4	Japan	>67	rice, corn, starch	5.1	4.08	1.0060	3.63	11.56	40.59	0.351	55.7	39.0 ~ 72.4	B-4
B-5	Japan	>67	rice, corn, starch	5.0	4.00	1.0110	4.86	12.59	55.06	0.437	69.4	48.6 ~ 90.2	B-5
B-6	Japan	>67	rice, corn, starch	4.3	3.44	1.0083	3.94	10.66	49.32	0.463	73.4	51.4 ~ 95.5	B-6
B-7	Japan	>67	sugars, flavor	4.5	3.60	1.0026	2.56	9.62	47.91	0.498	79.0	55.3 ~ 102.7	B-7
B-8	Japan	>67	rice, corn, starch	5.1	4.08	1.0068	3.83	11.75	47.05	0.400	63.5	44.5 ~ 82.6	B-8
B-9	Japan	>67	rice, corn, starch	5.0	4.00	1.0063	3.67	11.45	49.08	0.429	68.0	47.6 ~ 88.4	B-9
B-10	Japan	>67	rice, corn, starch	5.9	4.73	1.0088	4.61	13.68	66.80	0.488	77.5	54.2 ~ 100.7	B-10
B-11	Japan	>67	rice	2.9	2.31	1.0088	3.57	8.15	42.53	0.522	82.8	57.9 ~ 107.6	B-11
B-12	Japan	>67	rice, corn, starch	5.0	4.00	1.0067	3.77	11.55	45.79	0.397	62.9	44.0 ~ 81.8	B-12
B-13	Japan	>67	rice, corn, starch	7.0	5.61	1.0008	2.94	13.72	57.08	0.416	66.0	46.2 ~ 85.8	B-13
B-14	Japan	>67	rice, corn, starch	5.5	4.40	1.0060	3.76	12.28	55.95	0.455	72.3	50.6 ~ 93.9	B-14
B-15	Japan	>67	rice, corn, starch	5.0	4.00	1.0075	3.98	11.74	53.04	0.452	71.7	50.2 ~ 93.2	B-15
B-16	Japan	>67	starch	5.2	4.16	1.0050	3.41	11.49	53.27	0.463	73.5	51.5 ~ 95.6	B-16
B-17	Japan	>67	starch	5.5	4.40	1.0057	3.69	12.21	56.75	0.465	73.7	51.6 ~ 95.9	B-17
B-18	U.K.	>67	sugars	5.0	4.00	1.0083	4.18	11.94	56.70	0.475	75.4	52.8 ~ 98.0	B-18
B-19	U.S.A.	>67	rice	5.1	4.08	1.0062	3.68	11.61	53.16	0.458	72.7	50.9 ~ 94.5	B-19
B-20	U.S.A.	>67	rice	5.0	4.00	1.0078	4.05	11.81	53.69	0.454	72.1	50.5 ~ 93.7	B-20
B-21	U.S.A.	>67	sugars, flavor	4.3	3.44	1.0075	3.74	10.46	56.54	0.541	85.8	60.0 ~ 111.5	B-21

Table 3 Analysis data of sparkling fermented beverages made from malt

Sample	Origin	Malt content (%)	Adjuncts	Alc. (v/v) at.15	Alc. (w/w)	Specific gravity (15/4)	Real extract (wt%)	Original extract (wt%)	Total nitrogen (mg/100ml)	Total nitrogen (ca. %)		Estimated malt content (%)	Allowance	Sample
										Original nitrogen (ca. %)	Original extract (ca. %)			
S-1	N.R.I.B.	76.5	barley syrup	4.0	3.20	1.0136	5.52	11.73	109.11	0.930	147.6	103.3 ~ 191.9	S-1	
S-2	Belgium	60	unknown	4.6	3.68	1.0092	4.27	11.43	49.74	0.435	69.1	48.3 ~ 89.8	S-2	
S-3	U.S.A.	59.8	sugars	5.0	4.00	1.0091	4.38	12.13	48.87	0.403	63.9	44.7 ~ 83.1	S-3	
S-4	U.S.A.	24.9	corn syrup	5.2	4.16	1.0113	5.01	13.03	20.63	0.158	25.1	17.6 ~ 32.7	S-4	
S-5	U.S.A.	24.9	corn syrup	6.0	4.81	1.0126	5.60	14.77	18.78	0.127	20.2	14.1 ~ 26.2	S-5	
S-6	U.S.A.	24.5	corn syrup	5.2	4.16	1.0068	3.87	11.93	21.91	0.184	29.1	20.4 ~ 37.9	S-6	
S-7	Japan	<25	barley, rice, corn, starch, sugars	5.3	4.24	1.0088	4.41	12.60	23.35	0.185	29.4	20.6 ~ 38.2	S-7	
S-8	Japan	<25	rice, corn, starch	5.0	4.00	1.0083	4.18	11.94	19.52	0.164	25.9	18.2 ~ 33.7	S-8	
S-9	Japan	<25	rice, corn, starch	5.2	4.16	1.0110	4.93	12.95	18.18	0.140	22.3	15.6 ~ 28.9	S-9	
S-10	Japan	<25	rice, corn, starch	5.3	4.24	1.0101	4.74	12.92	19.15	0.148	23.5	16.5 ~ 30.6	S-10	
S-11	Japan	<25	saccharified starch	5.0	4.00	1.0088	4.31	12.06	20.91	0.173	27.5	19.3 ~ 35.8	S-11	
S-12	U.S.A.	<25	sugars	5.0	4.00	1.0103	4.69	12.42	14.51	0.117	18.5	13.0 ~ 24.1	S-12	
S-13	U.S.A.	<25	sugars	5.1	4.08	1.0103	4.72	12.60	13.86	0.110	17.4	12.2 ~ 22.7	S-13	
S-14	U.S.A.	<25	corn	4.5	3.60	1.0097	4.37	11.36	23.26	0.205	32.5	22.7 ~ 42.2	S-14	
S-15	U.S.A.	<25	corn syrup, antioxidant	4.4	3.52	1.0107	4.59	11.43	11.03	0.097	15.3	10.7 ~ 19.9	S-15	
S-16	U.S.A.	<25	corn	5.2	4.16	1.0068	3.87	11.93	22.98	0.193	30.6	21.4 ~ 39.7	S-16	
S-17	Canada	<25	corn	5.0	4.00	1.0048	3.29	11.08	15.23	0.137	21.8	15.3 ~ 28.3	S-17	
S-18	Canada	<25	corn	5.0	4.00	1.0069	3.82	11.59	15.01	0.129	20.5	14.4 ~ 26.7	S-18	
S-19	Australia	<25	barley, corn	4.9	3.92	1.0088	4.27	11.88	39.73	0.335	53.1	37.2 ~ 69.0	S-19	
S-20	Australia	<25	barley, corn	5.0	4.00	1.0069	3.82	11.59	34.37	0.296	47.0	32.9 ~ 61.1	S-20	
S-21	Australia	<25	barley, sucrose	5.1	4.08	1.0067	3.81	11.73	44.16	0.377	59.7	41.8 ~ 77.7	S-21	

芽プロテアーゼの至適温度付近であるため、仕込み工程中のたんぱく休止期と呼ばれる比較的低温に保持する期間に、大麦たんぱく質は、麦芽のたんぱく質同様その作用を受け、低分子化（可溶化）し、ビール中に残存するものと考えられる。

4. 要 約

今回、原麦汁濃度に対する全窒素分の割合（残存窒素率）を用いるビール類の麦芽使用率の推定法について報告を行ったが、麦芽の種類や仕込み工程中の加熱条件等の差によると考えられる、ある程度の幅を持った推定値しか得られなかった。もし、それら諸条件が明確に判明すれば、より正確な推定値が得

られるであろうが、それらはビール類の特性を決定する命ともいいうべき重要な因子であるので、当然、重要な企業秘密でもあり、それらを知ることは不可能であろう。

今回、全麦芽ビールの残存窒素率をもとに麦芽使用率を推定したが、当然ここでは世界中すべての全麦芽ビールを分析したわけではない。しかし、許容幅を±30%（残存窒素率に対して）と見積もっても、麦芽使用率50%以上（最高酒税率適用）のものと25%未満（最低酒税率適用）のものとの判別は可能であると考えられる。

ただ、大麦のように残存窒素率に多大な影響を与えると考えられる副原料を使用したものについては、正確な推定値は得られない。

文 献

- 1) 北畠克顕他共著：“新版醸造成分一覧”，佐藤信也編，p.181 (1977)，(日本醸造協会)
- 2) 天羽幹夫，吉田重厚：“醸造学”，大塚謙一編，p.65 (1981)，(養賢堂)
- 3) J.S. Hough, D.E. Briggs, R. Stevens, T. W. Young：“Malting and Brewing Science”，vol.2, (1982), (Chapman & Hall)
- 4) 橋本直樹，浅野克彦：“食料工業”，藤巻正生，三浦洋，大塚謙一，河端俊治，木村進編，p.407 (1985)，(恒星社厚生閣)
- 5) キリンビール株式会社編：“ビールのうまさをさぐる”，(1990)，(裳華房)
- 6) 鳥山國士，北島親，濱口和夫編：“ビールのはなし”，(1994)，(技報堂出版)
- 7) 日本農芸化学会編：“お酒のはなし”，(1994)，(学会出版センター)
- 8) 橋本直樹：“酒の科学”，吉澤淑編，p.95 (1995)，(朝倉書店)
- 9) 井上喬：“やさしい醸造学”，p.95 (1997)，(工業調査会)
- 10) 橋本直樹：“ビールのはなし Part 2”，(1998)，(技報堂出版)
- 11) “国税庁所定分析法”，(国税庁訓令第1号，昭和38年1月11日，最終改正平3国税庁訓令第1号)
- 12) 片桐英郎，今井和民：“農芸化学実験書”，京都大学農学部農芸化学教室編，p.1319 (1957)，(産業図書)
- 13) 注解編集委員会編：“第4改正国税庁所定分析法注解”，p.16 (1993)，(日本醸造協会)
- 14) ビール酒造組合国際技術委員会編：“BCOJ ビール分析法”，8.5 (1990)，(日本醸造協会)