

植物性食品の灰分の研究

その1 ほうれんそうにおける灰分とアルカリ度との関係について

今 宮 春 枝
寺 岡 宏

国民食生活において植物性食品の果す役割については、日本のような食生活の場合には特に重要なものがある。以上の理由に基づき、植物性食品に関する研究は従来多数なされてきた。然し、これらの研究においては研究結果の統計的又は推計的な処理取扱が充分になされたものが少なかった。例えば灰分およびアルカリ度についても、材料の性質すなわち発育の度合、部分の相違、鮮度などによつても値の相違がある事が考えられる。之等の相違を合理的に処理するためには、必然的に実験結果の推計学的処理が必要になつてくる。本論文においては以上の観点から植物性食品の灰分およびアルカリ度についての実験結果を統計学的に処理し、更にこれを推計学の方法を用いて、より客観性のある値を求めることを目的としている。有色野菜の中で特にミネラルの供給源として重要な位置を占めるほうれんそうを代表として用い、その部分間の関係に重点をおいて、灰分およびアルカリ度を定量し、さらにその関係を求めた。

材料および方法

材料としては市販のほうれんそうを用いた。材料を葉と茎の部分にわけ、さらに葉は葉脈を中心とする部分と周辺の部分とにわけた。茎は上部、中部、基部の3つにわけた。使われた材料は出来るだけ新鮮なものを用いた。乾燥重量について 予め乾燥して冷しておいたルツボに材料を入れ、これを約 100°C の電気乾燥器中に約 15.6 時間入れ、その後秤量し、

ルツボの重さを差引いて乾燥重量をもとめた。灰分重量について 乾燥重量を求めた材料をルツボに入れて、電気炉中で約 1 時間最高温度に達した後加熱をつづける。後これを取り出し、デンケーター中で冷やし、秤量し、ルツボの重さをさし引いて灰分重量を求めた。

水溶性灰分のアルカリ度について 灰分重量を求めたルツボ中に蒸留水 10 ml を加え灰を出来るだけ溶解させ、次にこれを弱い火で約 5 分間煮沸させる。この液を濾紙でろかし、微温湯でルツボの中を数回洗い、洗液は更にろかし、ろ液に加える。次にろ液にメチルレッド数滴を加え N/10 HCl で滴定する。滴定値 (ml) を x とし、水溶性灰分 (y) を次の式によつて計算した。

$$y/10g \text{ F.W.} = x \times \frac{10}{\text{F.W.}(g)} \left(\begin{array}{l} \text{生体重量, 10g 中の水溶性} \\ \text{アルカリ度を滴定するに} \\ \text{要する N/10HCl の ml.} \end{array} \right)$$

$$y/g \text{ D.W.} = x \times \frac{1}{\text{D.W.}(g)} \left(\begin{array}{l} \text{乾燥重量 1g 中の水溶性} \\ \text{アルカリ度を滴定するに} \\ \text{要する N/10 HCl の ml.} \end{array} \right)$$

$$y/g \text{ A.W.} = x \times \frac{1}{\text{A.W.}(g)} \left(\begin{array}{l} \text{灰分重量 1g 中の水溶性} \\ \text{アルカリ度を滴定するに} \\ \text{要する N/10 HCl の ml.} \end{array} \right)$$

不溶性灰分のアルカリ度について 水溶性灰分のろかに用いたろ紙をルツボに入れ、初め弱い火で熱して炭化させ、次にこれを電気炉に移して灰化する。灰化に要する時間は電気炉が最高温度に達した後約 1 時間であつた。電気炉の最高温度は 1000°C である。次にこれを取り出して冷し N/10 HCl を 15 ml 加え弱い火で 5 分間煮沸した。この液をろ過し微温湯でルツボの中を数回洗い、洗液はろ過し、ろ液に加える。この液にメチルレッドを指示薬として数滴加え N/10 NaOH で滴定する。滴定の終点はろ液の示す薄い牡丹色が消え、黄色が現れる一滴前とした。

本論文においては、次の記号および略字を用いた。F.W. 生体重量, D.W. 乾燥重量, A.W. 灰分重量, M. 平均値, σ 標準偏差, r 相関係数。

植物性食品の灰分の研究

滴定値 (ml) を x とし、不溶性灰分 (y) を次の式によつて計算した。

$$y/10g \text{ F.W.} = (15-x) \times \frac{10}{\text{F.W.}(g)}$$

$$y/g \text{ D.W.} = (15-x) \times \frac{1}{\text{D.W.}(g)}$$

$$y/g \text{ A.W.} = (15-x) \times \frac{1}{\text{A.W.}(g)}$$

総アルカリ度について 水溶性灰分のアルカリ度と不溶性灰分のアルカリ度を加算して、総アルカリ度とした。総アルカリ度を y とすれば、

$$y/10g \text{ F.W.} = \text{水溶性アルカリ度}/10g \text{ F.W.} + \text{不溶性アルカリ度}/10g \text{ F.W.}$$

$$y/g \text{ D.W.} = \text{水溶性アルカリ度}/g \text{ D.W.} + \text{不溶性アルカリ度}/g \text{ D.W.}$$

$$y/g \text{ A.W.} = \text{水溶性アルカリ度}/g \text{ A.W.} + \text{不溶性アルカリ度}/g \text{ A.W.}$$

尚この実験においては、検定感度 1 mg, 分銅の器差 ±0.2 mg 以内の直示化学天秤を秤量に使用した。滴定には 0.1 ml 目盛のビュレットを用い、マグネチックスターラーによつて攪拌した。

結 果

葉及び茎についてそれぞれの部分による相違を考慮に入れず、これを全体として取扱つた場合の乾燥重量パーセント、灰分重量パーセント及びアルカリ度について表 1, 表 2 にその結果を示す。

表 1 葉全体についての乾燥重量、灰分重量およびアルカリ度

	D.W. %	A.W. %	水溶性アルカリ度			不溶性アルカリ度			総アルカリ度		
			F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g
測	12.9	2.14	15.8	12.2	74.0	17.8	13.8	83.5	33.6	26.0	157.5
	10.0	2.07	14.6	14.4	70.0	14.0	13.9	67.5	28.6	28.3	137.5
	8.9	1.72	13.0	15.7	81.5	11.9	13.4	69.0	24.9	29.1	150.5
	9.9	1.79	15.3	15.4	85.5	11.7	11.8	65.5	27.0	27.2	151.0
	9.4	2.04	14.7	15.6	72.2	14.2	13.1	60.5	27.1	28.7	132.2
	8.0	1.52	12.5	15.6	82.0	8.2	10.3	54.2	20.7	25.9	136.2
	9.8	1.70	13.8	14.0	81.5	8.0	8.1	47.0	21.8	22.1	128.5
	8.5	1.72	16.2	19.2	94.0	11.0	13.0	63.8	27.2	32.2	157.8
	5.4	1.94	18.9	22.6	97.0	12.8	15.4	66.1	31.7	38.0	163.0
	11.6	1.65	11.8	9.9	70.0	9.4	8.0	56.8	21.2	17.9	126.8
	9.2	1.70	15.0	16.4	88.5	12.6	13.7	74.5	27.6	30.1	163.0
	8.2	1.91	16.7	20.3	87.8	12.5	15.1	65.4	29.2	35.4	153.2
	9.5	1.71	15.3	16.1	89.0	9.2	9.7	53.9	24.5	25.8	142.9
	9.1	2.04	16.2	17.8	80.0	8.9	9.8	44.0	25.1	27.6	124.0
	7.3	1.40	11.3	15.5	80.5	5.7	7.9	41.0	17.0	23.4	121.5
定	10.6	1.89	15.2	14.3	80.0	14.1	13.2	75.0	29.3	27.5	155.0
	10.6	1.82	14.9	14.0	82.0	12.0	11.3	66.0	26.9	25.3	148.0
	10.6	1.82	15.2	14.4	84.0	14.0	13.2	77.0	29.2	27.6	161.0
	10.7	1.64	13.6	12.7	83.0	12.4	11.5	75.0	26.0	24.2	158.0
	11.0	1.59	13.4	12.1	84.0	14.4	13.2	91.0	27.8	25.3	175.0
値	10.6	2.24	21.2	20.0	95.0	13.2	12.4	59.0	34.4	32.4	154.0
	10.6	2.15	21.6	20.5	100.0	6.3	7.2	29.0	27.9	27.7	129.0
	9.3	1.76	14.9	16.0	85.0	12.3	13.2	70.0	27.2	29.2	155.0
	8.9	1.77	13.9	15.6	79.0	12.9	14.6	73.0	26.8	30.2	152.0
	9.9	1.90	17.6	17.9	93.0	8.4	8.5	44.0	26.0	26.4	137.0
	10.0	1.84	16.7	16.8	90.7	7.5	7.5	40.6	24.0	24.3	131.3
	9.7	1.82	15.4	15.8	85.0	10.3	10.7	57.0	25.7	26.5	142.0
	8.3	1.83	16.5	19.8	90.5	9.9	11.9	54.2	26.4	31.7	144.7
	11.5	2.05	16.0	13.8	78.0	13.2	11.6	64.5	29.2	25.4	142.5
	11.7	1.99	13.6	11.6	68.2	13.9	11.9	70.1	27.5	23.5	138.3
11.3	1.96	11.0	9.7	56.0	15.6	13.8	79.1	26.6	23.5	135.1	
9.5	1.90	13.4	14.2	70.2	12.0	12.6	63.0	25.4	26.8	133.2	
平均値 (M)	9.8	1.84	15.2	15.6	82.9	11.6	11.7	62.5	26.7	27.3	144.9
標準偏差 (σ)	1.4	0.19	2.4	3.0	9.3	2.6	2.2	12.3	3.0	3.0	12.0
σ/M × 100%	14.6	10.3	15.6	19.2	11.2	22.5	18.6	19.7	11.4	11.1	8.3

表 2 茎全体についての乾燥重量、灰分重量およびアルカリ度

	D.W. %	A.W. %	水溶性アルカリ度			不溶性アルカリ度			総アルカリ度		
			F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g
測	7.0	1.98	17.5	25.0	88.0	5.4	7.7	27.0	22.9	32.7	115.0
	5.4	1.57	19.8	35.5	126.0	5.9	11.0	38.0	27.5	46.5	164.0
	7.4	1.88	22.0	29.5	116.0	4.3	5.7	22.5	26.3	35.2	138.5
	7.6	1.70	19.1	25.2	112.6	4.1	5.4	24.2	23.2	30.6	136.8
	6.8	1.52	15.3	22.6	100.0	6.6	9.8	43.3	21.9	32.4	143.3
	6.1	1.53	14.9	24.3	97.8	6.7	10.9	44.0	21.6	35.2	141.8
	7.7	1.50	15.5	20.1	103.0	7.0	9.1	46.3	22.5	29.2	149.3
	6.8	1.71	19.4	28.4	113.0	4.4	6.5	25.9	23.8	34.9	138.9
	5.4	1.22	12.4	22.8	102.0	5.3	9.7	43.7	17.7	32.5	145.7
	7.4	1.80	19.3	26.1	107.5	8.4	11.3	46.6	27.7	37.4	154.1
	7.1	1.72	18.6	26.2	108.0	7.5	10.5	43.3	26.1	36.7	151.3
	7.0	1.58	17.1	24.5	108.0	6.2	8.9	39.2	23.3	33.4	147.2
	6.5	1.45	15.7	24.0	108.3	7.9	12.1	54.6	23.6	36.1	162.9
	7.4	1.74	19.8	26.8	114.0	8.9	12.0	51.2	28.7	38.8	165.2
	7.5	1.54	16.4	22.0	107.0	6.5	8.9	42.5	22.9	30.7	149.5
	7.3	1.56	16.6	23.0	106.2	5.8	8.0	37.0	22.4	31.0	143.2
	6.7	1.45	16.3	24.3	112.3	4.9	7.3	33.8	21.2	31.6	146.1
	6.8	1.42	16.4	24.1	114.2	5.8	8.5	40.5	22.2	32.6	154.7
	6.0	1.49	18.1	29.6	119.5	4.2	6.9	22.7	22.3	36.5	147.2
	4.8	1.20	11.5	24.0	96.0	6.7	13.9	56.0	18.2	37.9	152.0
定	6.6	1.64	18.4	27.9	112.0	6.0	9.2	37.0	24.4	37.1	149.0
	6.1	1.49	16.7	27.2	113.0	4.6	7.5	30.7	21.3	34.7	143.7
	6.4	1.40	16.4	26.2	117.0	6.2	9.9	44.0	22.6	36.1	161.0
	6.8	1.70	18.4	27.0	108.2	7.4	10.7	42.6	25.7	37.7	150.8
	6.2	1.39	14.8	23.9	106.0	4.2	6.8	30.0	19.0	30.7	136.0
	5.9	1.24	13.2	22.5	106.5	3.6	6.1	29.0	16.8	28.6	135.5
	6.4	1.91	19.8	30.7	101.0	4.5	7.0	24.0	24.3	37.7	125.0
	5.1	1.55	16.2	31.7	105.0	3.2	6.3	21.0	19.4	38.0	126.0
値	6.9	1.96	18.5	26.9	94.0	3.8	5.5	19.5	22.3	32.4	113.5
	6.9	1.76	17.3	25.0	98.3	3.8	5.5	21.6	21.1	30.5	119.9
	5.9	1.62	15.1	25.4	93.0	4.7	8.0	29.2	19.8	33.4	122.2
	5.7	1.51	14.6	25.6	97.0	4.5	7.7	29.4	19.1	33.0	126.4
	6.5	1.51	14.9	22.9	98.5	5.4	8.3	36.0	20.3	31.2	134.5
	6.1	1.44	16.5	26.9	115.0	3.1	5.0	21.6	19.6	31.9	136.6
	5.3	1.30	11.6	21.9	88.5	5.4	10.2	41.4	17.0	32.1	129.9
	7.0	1.65	15.9	22.7	96.2	4.7	6.7	28.6	20.6	29.4	124.8
	5.4	1.44	14.2	26.1	99.0	4.7	8.6	32.7	18.9	34.7	131.7
	6.9	1.72	17.7	25.6	103.0	4.9	7.1	28.5	22.6	32.7	131.5
	5.9	1.41	13.5	23.1	96.0	4.1	7.0	29.0	17.6	30.1	125.0
	6.7	0.96	9.2	13.7	95.0	4.0	5.9	41.0	13.2	19.6	146.0
6.7	1.22	11.0	16.5	90.0	4.3	6.5	36.0	15.3	23.0	126.0	
4.9	1.03	12.3	27.0	112.0							
4.6	1.10										
平均値 (M)	6.4	1.52	16.1	25.1	104.8	5.4	8.3	35.1	21.6	33.3	140.0
標準偏差 (σ)	0.8	0.23	2.7	3.7	8.8	1.5	2.1	9.5	3.4	3.9	13.4
$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	12.6	15.3	16.9	14.6	9.1	27.5	25.8	26.8	15.5	11.6	9.6

表1及び表2の $\frac{\sigma}{M} \times 100$ の値は約8%から27%に及ぶものがある。これは材料を全体として取扱つた為である。即ち葉及び茎についてそれぞれの部分間の相違が存在し、これが $\frac{\sigma}{M}$ の値を大きくする要因であると考えられる。茎については上部、中部及び基部又葉については葉脈を含む中心部分と、周辺部分との間には乾燥重量、

灰分重量及びアルカリ度についてそれぞれ相違があることが予測される。以上の理由から各部分毎の乾燥重量、灰分重量及びアルカリ度を求めた。実験の結果は表3及び表4に示す。

$\frac{\sigma}{M} \times 100$ の値を葉の全体及び部分について比較すれば一つの例外を除いて、他はすべて部分毎にわたった場合の方が小さい値を示している。

植物性食品の灰分の研究

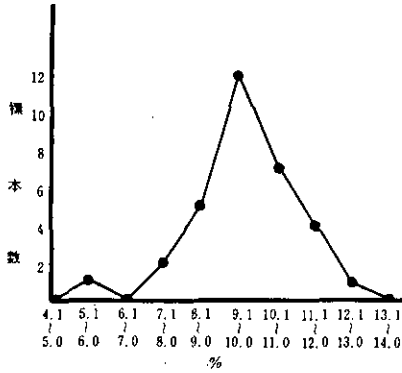


図 1 葉の乾燥重量 (%) の分布

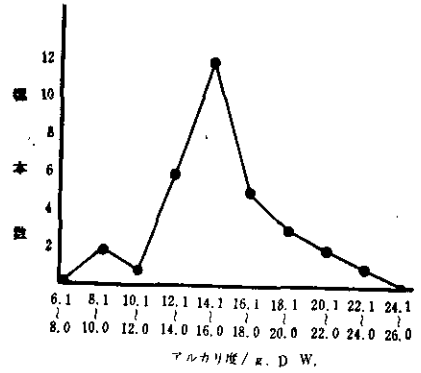


図 4 葉の水溶性アルカリ度の分布

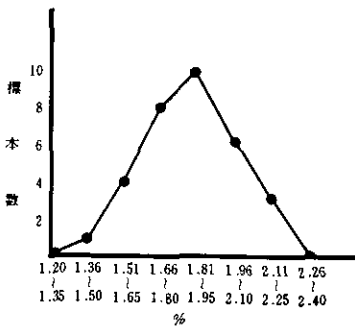


図 2 葉の灰分重量の (%) 分布

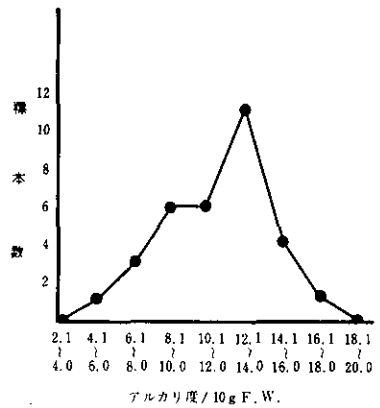


図 5 葉の不溶性アルカリ度の分布

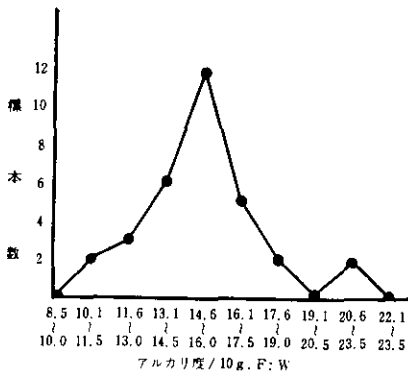


図 3 葉の水溶性アルカリ度の分布

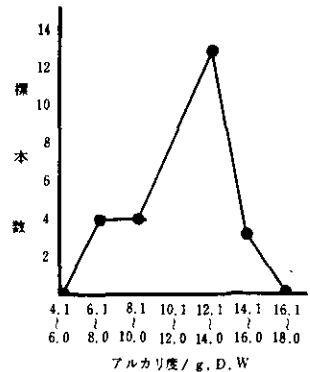


図 6 葉の不溶性アルカリ度の分布

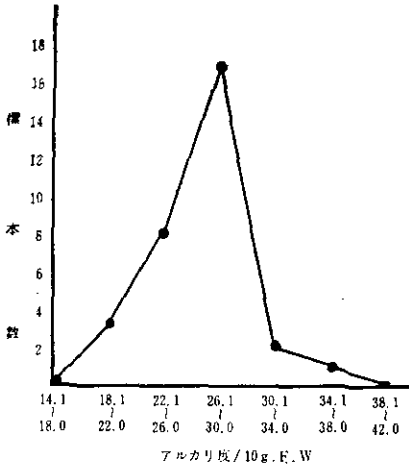


図7 葉の総アルカリ度の分布

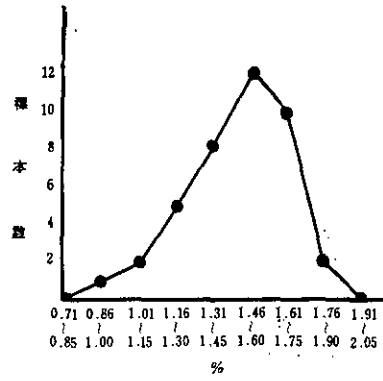


図10 茎の灰分重量 (%) の分布

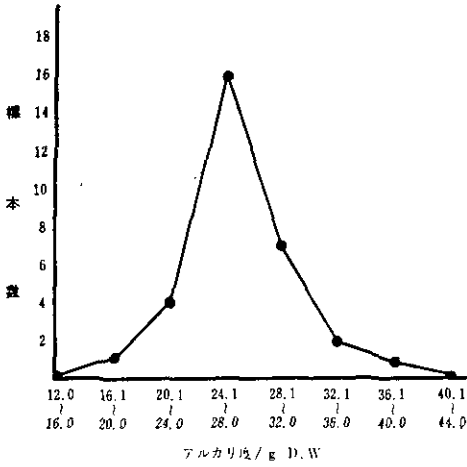


図6 葉の総アルカリ度の分布

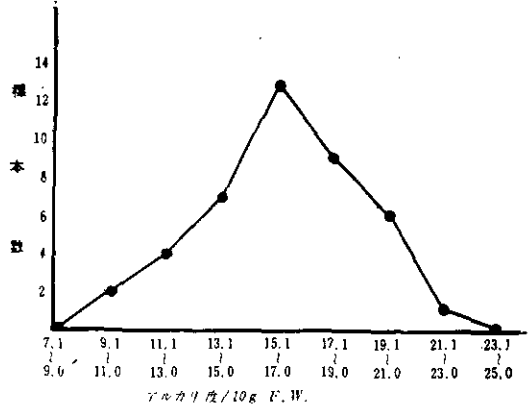


図11 茎の水溶性アルカリ度の分布

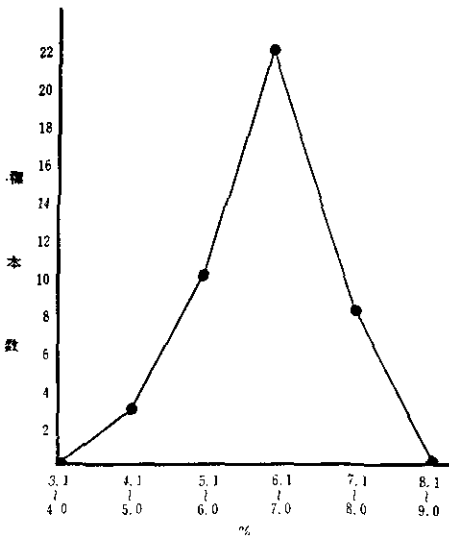


図9 葉の乾燥重量 (%) の分布

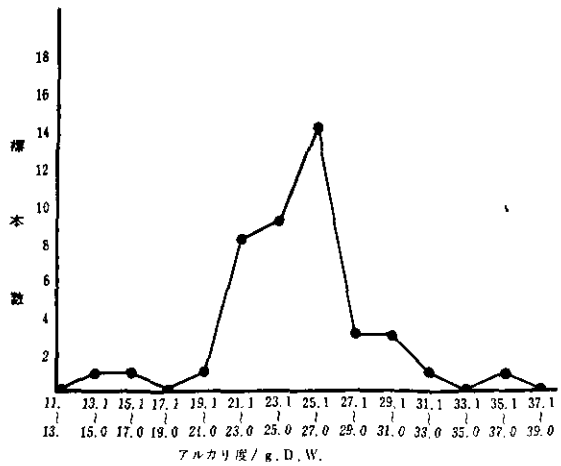


図12 茎の水溶性アルカリ度の分布

植物性食品の灰分の研究

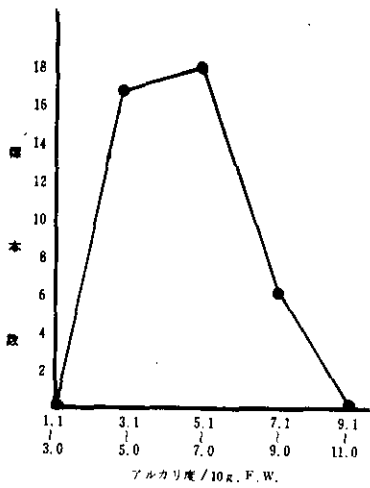


図13 茎の不溶性アルカリ度の分布

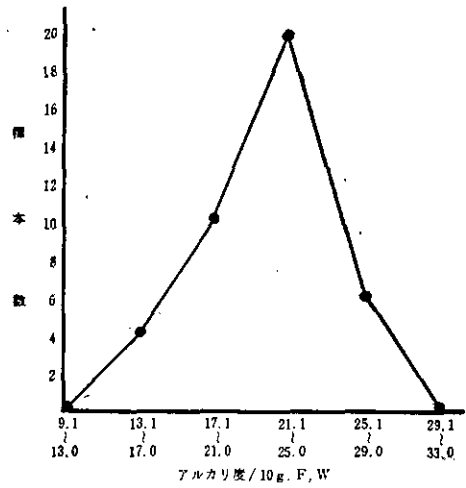


図15 茎の総アルカリ度の分布

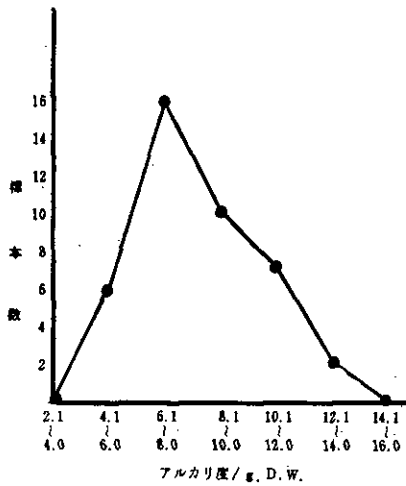


図14 葉の不溶性アルカリ度の分布

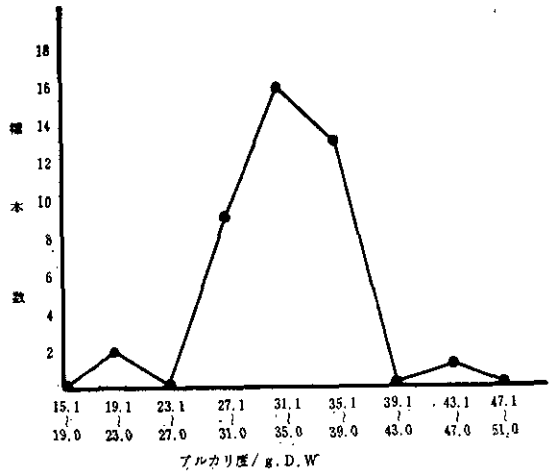


図16 葉の総アルカリ度の分布

表 3 葉の部分ごとの乾燥重量、灰分重量およびアルカリ度

	D.W. %	A.W. %	水溶性アルカリ度			不溶性アルカリ度			総アルカリ度			
			F.W.10g	D.W.1g	A.W.1g	F.W.10g	D.W.1g	A.W.1g	F.W.10g	D.W.1g	A.W.1g	
中心部	平均値 (M)	9.4	1.82	16.9	18.7	92.0	9.2	10.0	51.1	25.9	28.2	142.6
	標準偏差 (σ)	0.69	0.08	1.1	2.2	3.7	1.3	2.05	7.96	0.99	3.15	8.9
	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	7.4	4.4	6.5	11.8	4.0	13.9	20.5	15.5	3.8	11.1	6.2
周辺部	平均値 (M)	10.5	1.91	14.6	12.8	75.8	13.2	13.3	69.1	27.4	26.6	143.4
	標準偏差 (σ)	1.11	0.13	1.6	2.3	6.2	1.17	1.08	5.06	1.54	2.3	8.5
	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	10.5	6.8	10.9	18.0	8.2	8.9	8.1	7.3	5.6	8.6	5.9

表4 茎の部分ごとの乾燥重量灰分重量およびアルカリ度

		D.W. %	A.W. %	水溶性アルカリ度			不溶性アルカリ度			総アルカリ度		
				F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g	F.W. 10g	D.W. 1g	A.W. 1g
				平均値 (M)	標準偏差 (σ)	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	平均値 (M)	標準偏差 (σ)	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	平均値 (M)	標準偏差 (σ)	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$
上部	平均値 (M)	7.1	1.60	17.4	24.8	108.1	6.5	9.5	40.9	23.8	33.8	147.7
	標準偏差 (σ)	0.44	0.11	1.76	2.42	5.09	1.11	1.63	6.41	1.90	2.84	8.25
	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	6.2	6.3	10.1	9.8	4.7	17.1	17.1	15.7	8.0	8.4	5.6
中部	平均値 (M)	6.4	1.47	16.6	26.1	112.1	4.9	7.8	33.9	22.5	35.1	148.9
	標準偏差 (σ)	0.33	0.14	1.72	2.22	4.56	0.96	1.39	5.55	1.99	2.37	7.38
	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	5.2	9.2	10.4	8.4	4.1	19.6	17.9	16.4	8.8	6.8	5.0
基部	平均値 (M)	6.2	1.54	16.4	25.7	98.3	4.2	6.7	25.9	20.1	32.5	125.5
	標準偏差 (σ)	0.58	0.13	1.67	2.17	3.47	0.60	1.02	4.25	1.41	2.22	5.59
	$\frac{\sigma}{M} \times 100\%$	9.4	8.6	10.2	8.4	3.5	14.3	15.2	16.4	7.0	6.8	4.4

同様なことは茎の場合においてもなお一そう明らかである。これらのことは材料を統計的に処理する場合部分間の相違を考えに入れなければならないことを示すものである。

次に $\frac{\sigma}{M} \times 100$ の値に影響を及ぼす要因として材料の発育の度合が予測される。以上の理由から若い葉中位の葉及び老化した葉について各部分毎の乾燥重量灰分重量、およびアルカリ度を求めた。同様のことを茎についても若い材料と成熟した材料について比較した。実験の結果は表5～表20に示す。

表5 葉の乾燥重量 (%)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	9.8	8.5	5.4	7.9
周辺部	11.6	9.2	8.2	9.7
平均	10.7	8.9	6.8	8.8

表6 葉の灰分重量 (%)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	1.70	1.72	1.94	1.79
周辺部	1.65	1.70	1.91	1.75
平均	1.68	1.71	1.93	1.77

表7 葉の水溶性アルカリ度 (／10g F.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	13.8	16.2	18.9	16.3
周辺部	11.8	15.0	16.7	14.5
平均	12.8	15.6	17.8	15.4

表8 葉の水溶性アルカリ度 (／g A.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	81.5	94.0	97.0	90.8
周辺部	70.0	88.5	87.8	82.1
平均	75.8	91.3	92.4	86.5

表9 葉の不溶性アルカリ度 (／10g F.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	8.0	11.0	12.8	10.6
周辺部	9.4	12.6	12.5	11.5
平均	8.7	11.8	12.7	11.1

表10 葉の不溶性アルカリ度 (／g A.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	47.0	63.8	66.1	58.9
周辺部	56.8	74.5	65.4	65.8
平均	51.9	69.2	65.8	62.4

表11 葉の総アルカリ度 (／10g F.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	21.8	27.2	31.7	26.9
周辺部	21.2	27.6	29.2	26.0
平均	21.5	27.4	30.5	26.5

表12 葉の総アルカリ度 (／g A.W.)

	若い葉	中位の葉	老化した葉	平均
中心部	128.5	157.8	163.0	149.8
周辺部	126.8	163.0	153.2	147.7
平均	127.7	160.4	158.1	148.7

植物性食品の灰分の研究

表13 茎の乾燥重量 (%)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	6.54	6.41	5.40	6.12
老化した茎	7.41	6.78	6.89	7.03
平均	6.98	6.60	6.15	6.58

表14 茎の灰分重量 (%)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	1.45	1.40	1.44	1.43
老化した茎	1.74	1.70	1.72	1.72
平均	1.60	1.55	1.58	1.58

表15 茎の水溶性アルカリ度 (∕10g F.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	15.7	16.4	14.2	15.4
老化した茎	19.8	18.4	17.7	18.6
平均	17.8	17.4	16.0	17.1

表16 茎の水溶性アルカリ度 (∕g A.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	108.3	117.0	99.0	108.1
老化した茎	114.0	108.2	103.0	108.4
平均	111.2	112.6	101.0	108.3

表17 茎の不溶性アルカリ度 (∕10g F.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	7.9	6.2	4.7	6.3
老化した茎	8.9	7.3	4.9	7.0
平均	8.4	6.8	4.8	6.7

表18 茎の不溶性アルカリ度 (∕g A.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	54.6	44.0	32.7	43.9
老化した茎	51.2	42.6	28.5	40.8
平均	52.9	43.3	30.6	42.3

表19 茎の総アルカリ度 (∕10g F.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	23.6	22.6	18.9	21.7
老化した茎	28.7	25.7	22.6	25.7
平均	26.2	24.2	20.8	23.7

表20 茎の総アルカリ度 (∕g A.W.)

	上部	中部	基部	平均
若い茎	162.9	161.0	131.7	151.9
老化した茎	165.2	150.8	131.5	149.2
平均	164.1	155.9	131.6	150.5

表5から表20に示されている値については、その差の有意義性を考察において推計学的に極定した。

考 察

表1～表4に示された平均値及び標準偏差は、この実験に用いられた標本についてのものであつて、この値をもつて直ちに母集団の値と見なすことは出来ない。それ故、次の式によつて計算された k の値を用い、母集団平均値を求めた。なおこの場合信頼度は90%とした。

x_1, x_2, \dots, x_n ……標本値……(1)

X_1, X_2, \dots, X_n ……(1)に対応する標本変量

\bar{X} ……標本平均値

m ……母集団分布の平均値

e ……危険率 ($e=0.1$)

σ ……標本標準偏差

$$P\left(\left|\frac{\sqrt{n}(\bar{X}-m)}{\sigma}\right| \leq t_0\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-t_0}^{t_0} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 1 - e$$

$$\frac{t_0}{\sqrt{n}} = k \dots\dots\dots(2)$$

(2)式によつて計算される k の値を用い、母集団分布の平均値 m は次の式によつて求められる。

$$\bar{X} - k\sigma \leq m \leq \bar{X} + k\sigma \dots\dots\dots(3)$$

全体及び部分にわたつたものの、平均値及び標準偏差を用い、(3)式に代入して母集団平均値を求めた。計算の結果は表21, 22に示す。なお表1～表4に示されてある標準偏差に関しても平均値の場合と同様に標本に関する値であつて、この値を基礎として母集団における標準偏差を次の式によつて計算した。なおこの場合信頼度は90%とした。

$$Ls^2 < \sigma^2 < Us^2$$

s ……標本標準偏差

σ ……母集団標準偏差

U, L, ...信頼度90%の場合の母集団分散の信頼区間
を求めするための係数表よりの値.

計算の結果は表 21, 22 に示す.

表21 ほうれん草の葉の母集団平均値および標準偏差の推定

90% 信頼度

	部 分	標 本 値		母 集 団 推 定 値		
		平 均 値	標 準 偏 差	平 均 値	標 準 偏 差	
乾燥重量%	全 体	9.8	1.4	9.4~10.2	1.80~1.19	
	中 心 部	9.4	0.69	8.8~10.0	1.55~0.51	
	周 辺 部	10.5	1.11	9.7~11.3	2.10~0.834	
灰分重量%	全 体	1.84	0.19	1.74~1.94	0.241~0.159	
	中 心 部	1.82	0.08	1.72~1.92	0.164~0.060	
	周 辺 部	1.91	0.13	1.81~2.01	0.245~0.098	
水溶性アルカリ度	/10g F.W.	全 体	15.2	2.4	14.5~15.9	2.98~1.98
		中 心 部	16.9	1.1	15.9~17.9	2.50~0.82
		周 辺 部	14.6	1.6	13.4~15.8	2.93~1.17
	/g D.W.	全 体	15.6	3.0	14.7~16.5	3.79~2.51
		中 心 部	18.7	2.2	16.7~20.7	4.94~1.62
		周 辺 部	12.8	2.3	11.1~14.5	4.45~1.77
	/g A.W.	全 体	82.9	9.3	80.0~85.8	11.8~7.78
		中 心 部	92.0	3.7	88.7~95.3	8.31~2.74
		周 辺 部	75.8	6.2	71.3~80.3	11.8~4.72
不溶性アルカリ度	/10g F.W.	全 体	11.6	2.6	10.8~12.4	3.3~2.18
		中 心 部	9.2	1.3	8.0~10.4	2.88~0.945
		周 辺 部	13.2	1.17	12.4~14.0	2.22~0.88
	/g D.W.	全 体	11.7	2.2	11.0~12.4	2.76~1.82
		中 心 部	10.0	2.05	8.2~11.8	4.58~1.54
		周 辺 部	13.3	1.08	12.5~14.1	2.23~0.82
	/g A.W.	全 体	62.5	12.3	58.7~66.3	15.5~10.3
		中 心 部	51.1	7.96	43.9~58.3	17.8~5.86
		周 辺 部	69.1	5.06	65.4~72.8	9.60~3.82
総アルカリ度	/10g F.W.	全 体	26.7	3.0	25.8~27.6	3.90~2.6
		中 心 部	25.9	0.99	24.8~27.0	2.61~0.72
		周 辺 部	27.4	1.54	26.3~28.5	2.92~1.16
	/g D.W.	全 体	27.3	3.0	26.4~28.2	3.90~2.57
		中 心 部	28.2	3.15	24.8~31.6	8.28~2.28
		周 辺 部	26.6	2.3	24.9~28.3	4.36~1.74
	/g A.W.	全 体	144.9	12.0	141.2~148.6	15.2~10.1
		中 心 部	142.6	8.9	133.2~152.0	23.3~6.4
		周 辺 部	143.4	8.5	137.3~149.5	16.1~6.39

植物性食品の灰分の研究

表22 ほうれん草の茎の母集団平均値および標準偏差の推定

90% 信頼度

	部 分		標 本 値		母 集 団 推 定 値			
			平 均 値	標 準 偏 差	平 均 値	標 準 偏 差		
乾燥重量 %	全 上 中 基	体 部 部 部	6.4	0.8	6.2~6.6	0.985~0.686		
			7.1	0.44	6.9~7.3	0.649~0.346		
			6.4	0.33	6.2~6.6	0.632~0.251		
			6.2	0.58	5.9~6.5	0.945~0.451		
灰分重量 %	全 上 中 基	体 部 部 部	1.52	0.23	1.42~1.62	0.286~0.199		
			1.60	0.11	1.50~1.70	0.163~0.084		
			1.47	0.14	1.37~1.57	0.260~0.103		
			1.54	0.13	1.44~1.64	0.223~0.103		
水溶性アルカリ度	/10g F.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	16.1	2.7	15.3~16.9	3.33~2.32	
				17.4	1.76	16.5~18.3	2.74~1.40	
				16.6	1.72	15.4~17.8	3.27~1.30	
				16.4	1.67	15.4~17.4	2.80~1.30	
	/g D.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	25.1	3.7	24.0~26.2	4.47~3.13
					24.8	2.42	23.6~26.0	3.74~1.92
					26.1	2.22	24.5~27.7	4.20~1.67
					25.7	2.17	24.4~27.0	3.63~1.68
	/g A.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	104.8	8.8	102.2~107.4	10.7~7.05
					108.1	5.09	105.6~110.6	7.89~4.04
					112.1	4.56	108.8~115.4	8.66~3.45
					98.3	3.47	96.3~100.3	5.80~2.74
不溶性アルカリ度	/10g F.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	5.4	1.5	4.9~5.9	1.84~1.27	
				6.5	1.11	5.9~7.1	1.79~0.86	
				4.9	0.96	4.1~5.7	1.96~0.718	
				4.2	0.60	3.8~4.6	1.00~0.464	
	/g D.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	8.3	2.1	7.7~8.9	2.66~1.84
					9.5	1.63	8.6~10.4	2.64~1.27
					7.8	1.39	6.7~8.9	2.64~0.965
					6.7	1.02	6.1~7.3	1.70~0.790
	/g A.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	35.1	9.5	32.2~38.0	11.8~8.10
					40.9	6.41	37.4~44.4	10.3~4.96
					33.9	5.55	29.4~38.4	11.4~4.16
					25.9	4.25	23.4~28.4	7.1.3~3.30
総アルカリ度	/10g F.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	21.6	3.4	20.6~22.6	4.17~2.88	
				23.8	1.90	22.9~24.7	2.94~1.51	
				22.5	1.99	20.9~24.1	4.08~1.49	
				20.1	1.41	19.3~20.9	2.36~1.09	
	/g D.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	33.3	3.9	32.1~34.5	4.80~3.32
					33.8	2.84	32.4~35.2	4.40~2.25
					35.1	2.37	33.2~37.0	4.86~1.78
					32.5	2.22	31.1~33.9	3.71~1.72
	/g A.W.	全 上 中 基	体 部 部 部	体 部 部 部	140.0	13.4	136.0~144.0	16.4~11.4
					147.7	8.25	143.6~151.8	12.8~6.55
					148.9	7.38	143.0~154.8	15.1~5.52
					125.5	5.59	122.3~128.7	9.33~4.31

表5から表20に示されている材料の成熟の度合の相違と、部分の相違に基づく各形質の平均値の差が統計的に有意なものであるかどうかを次の式を用いて計算した。

2つの母集団から得られた標本値をそれぞれ

$$x_1, x_2, \dots, x_{n_1}$$

$$y_1, y_2, \dots, y_{n_2} \text{ とし次に}$$

2つの母集団の平均値を m_1, m_2 とした。

仮説 H_0 ; $m_1 - m_2 = m$, を検定するために

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i$$

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2,$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2, \text{ とし,}$$

$\bar{x}, \bar{y}, S_1^2, S_2^2$ と上の式によつて計算した。次にこれを下の4式に代入し t の値を求めた。

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - m_0}{\sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2}}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \dots \dots \dots (4)$$

95%の信頼度の場合の t -分布の表から $n_1 + n_2 - 2$ の欄を見て t_0 の値を求めた。そして、

$|t| \geq t_0$ ならば仮説 H_0 を棄却し、その差をみとめ、又 $|t| < t_0$ ならば仮説 H_0 は棄却されないとした。計算の結果は表23に示す。

表23 母集団平均値の差の検定 95%信頼度

	茎				葉				
	成熟度による相違		上, 中, 基部による相違		成熟度による相違		中心部, 周辺部による相違		
	r	相違の有無	t	相違の有無	t	相違の有無	t	相違の有無	
乾燥重量%	7.9	なし	2.2	なし	15.9	なし	10.6	なし	
灰分重量%	631.5	あり	6.5	なし	41.5	あり	2.7	なし	
水溶性アルカリ度	/10g F.W.	24.3	あり	2.9	なし	89.5	あり	34.8	あり
	/g A.W.	207.0	あり	2.6	なし	25.0	あり	16.1	なし
不溶性アルカリ度	/10g F.W.	4.2	なし	36.0	あり	35.9	あり	6.1	なし
	/g A.W.	13.2	なし	230.0	あり	11.3	なし	4.9	なし
総アルカリ度	/10g F.W.	72.6	あり	44.7	あり	50.5	あり	1.2	なし
	/g A.W.	2.0	なし	28.1	あり	22.3	あり	4.1	なし
		$t_0 = 18.5$		$t_0 = 19.0$		$t_0 = 19.0$		$t_0 = 18.5$	

上記表23の結果から、葉の場合には成熟の度合によつて各形質がかなり影響されることがわかる。しかし部分の相違はさほど大きな影響を及ぼす要因となつていないことがわかる。又茎の場合では、成熟の度合によつて影響される形質と部分の相違によつて影響される形質とは大体区別されている。不溶性アルカリ度及び総アルカリ度が上部中部基部によつて相違するのに比較して、水溶性アルカリ度は成熟の度合によつて影響されることが明らかにされた。このことは植物生理学的にみて興味ある問題と考えられる。生体内におけるアルカリ度を支配する1つの要因として灰分含量が考えられる。以上の点を解明するために灰分含量とアルカリ度との

相関係数 (r) を次の式によつて計算した。

$$\text{灰分含量: } x_1, x_2, \dots, x_i \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\text{アルカリ度: } y_1, y_2, \dots, y_i \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2\right) \left(\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2\right)}}$$

茎全体及び葉全体における灰分含量とアルカリ度との相関係数を表24、表25に示す。上記表中の関係は相関係数 (r) を用い次の式によつて計算した。

$$\sigma_x \dots \dots \dots x \text{ の標準偏差}$$

$$\sigma_y \dots \dots \dots y \text{ の標準偏差}$$

表24 葉の灰分含量とアルカリ度との相関係数 (r)

x	y	r	関係式
A. W. %	水溶性アルカリ度/10g F.W.	0.69	$y=8.6x-0.5$
	不溶性アルカリ度/10g F.W.	0.36	
	総アルカリ度/10g F.W.	0.62	$y=9.9x+8.6$

表25 茎の灰分含量とアルカリ度との相関係数 (r)

x	y	r	関係式
A. W. %	水溶性アルカリ度/10g F.W.	0.87	$y=11.2x-0.6$
	不溶性アルカリ度/10g F.W.	0.25	
	総アルカリ度/10g F.W.	0.67	$y=37.9x-36.9$

$$y=r\frac{\sigma_y}{\sigma_x}(x-\bar{x})+\bar{y}$$

前記表 3, 4 に示された如く、葉の中心部と周辺部及び茎の上, 中, 基部はそれぞれ各形質についてかなりの相違があるので、以上の点を考慮

して次に各部分毎で灰分含量とアルカリ度との相関係数を求め、又これを用いて関係式を作つた。計算の結果は表 26, 27 に示す。

表26 葉の灰分含量とアルカリ度との相関係数 (r)

x	y	部 分	r	関係式
A. W. %	水溶性アルカリ度 /10g F.W.	中 心 部	0.93	$y=1.98x+12.8$
		周 辺 部	0.90	$y=6.75x+1.1$
A. W. %	不溶性アルカリ度 /10g F.W.	中 心 部	0.31	
		周 辺 部	0.73	
A. W. %	総アルカリ度 /10g F.W.	中 心 部	0.87	$y=34.6x-37.8$
		周 辺 部	0.91	$y=21.8x-15.4$

表27 茎の灰分含量とアルカリ度との相関係数 (r)

x	y	部 分	r	関係式
A. W. %	水溶性アルカリ度 /10g F.W.	上 部	0.91	$y=14.1x-5.2$
		中 部	0.91	$y=11.4x-0.2$
		基 部	0.88	$y=9.1x+1.2$
A. W. %	不溶性アルカリ度 /10g F.W.	上 部	0.00	
		中 部	0.60	
		基 部	0.14	
A. W. %	総アルカリ度 /10g F.W.	上 部	0.94	$y=15.2x-1.0$
		中 部	0.99	$y=19.2x-7.0$
		基 部	0.89	$y=9.4x+5.1$

表 24, 25 の結果と表 26, 27 の結果を比較すれば、相関関係が成立する形質に関しては、すべて部分毎にわけた場合の方が高い相関係数を示していることがわかる。

上記の表の結果から水溶性アルカリ度及び総

アルカリ度は灰分含量と密接な関係を持つことが明らかにされ、又不溶性アルカリ度は灰分含量にさほど影響されないことが判明した。一般的にみて相関係数は実験材料の個数及びその性質によつて、かなりの値の変動を示す。それゆえ

前記表24~27までの値が、母集団においてどの程度の信頼性を有するものかは推計的な取り扱いを行なわなければ明らかにされない。以上の理由から母集団相関係数を次の式によつて推定した。推定の信頼度は90%とした。

$$r \dots \dots \dots \text{標本の相関係数}$$

$$Z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r}$$

$$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z\rho > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$$

$$z\rho = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r\rho}{1-r\rho}$$

$r\rho \dots \dots \dots$ 母集団の相関係数

$t \dots \dots \dots$ “Student” の t 分布表より求めた 90%信頼度の時の値 ($t=1.64$)。

なお表24~27の相関係数 (r) が母集団においてもつ有意性を次の式を用いて計算した。

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

計算の結果が t-表の 5% 以上の場合、有意な信頼度とし、1% 以上のときには、非常に有意な信頼度とした。計算の結果は表 28、29 に示す。以上の結果からも前記の水溶性アルカリ度

表28 葉の母集団相関係数 ($r\rho$) の推定 信頼度90%

x	y	部分	r	母集団における信頼度	Z	n	$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z\rho > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$	$r\rho$
A.W. %	水溶性アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.69	非常に有意	0.85	29	1.171~0.529	0.825~0.486
		中心部	0.93	非常に有意	1.66	6	2.61~0.71	0.989~0.611
		周辺部	0.90	非常に有意	1.47	7	2.29~0.65	0.980~0.572
A.W. %	不溶性アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.36	なし	0.38	29	0.701~0.059	0.604~0.060
		中心部	0.31	なし	0.32	7	1.14~-0.50	0.814~-0.462
		周辺部	0.73	有意	0.93	9	1.600~0.260	0.922~0.254
A.W. %	総アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.62	非常に有意	0.725	29	1.046~0.404	0.782~0.380
		中心部	0.87	有意	1.33	6	2.28~0.38	0.979~0.363
		周辺部	0.91	非常に有意	1.52	8	2.251~0.789	0.978~0.658

表29 茎の母集団相関係数 ($r\rho$) の推定 信頼度90%

x	y	部分	r	母集団における信頼度	Z	n	$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z\rho > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$	$r\rho$
A.W. %	水溶性アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.87	非常に有意	1.33	34	1.625~1.035	0.927~0.778
		上部	0.91	非常に有意	1.52	14	2.015~1.025	0.965~0.774
		中部	0.91	非常に有意	1.52	8	2.251~0.789	0.978~0.659
		基部	0.88	非常に有意	1.38	8	2.111~0.649	0.971~0.572
A.W. %	不溶性アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.25	なし	0.26	30	0.576~-0.056	0.523~-0.060
		上部	0.00	なし	0.00	13	0.519~-0.519	0.478~-0.478
		中部	0.60	なし	0.695	7	1.515~-0.135	0.909~-0.139
		基部	0.14	なし	0.140	10	0.760~-0.480	0.641~-0.446
A.W. %	総アルカリ度 / 10g F.W.	全体	0.67	非常に有意	0.81	31	1.121~0.499	0.808~0.462
		上部	0.94	非常に有意	1.74	12	2.289~1.191	0.980~0.831
		中部	0.99	非常に有意	2.65	6	3.600~1.700	1.00 ~0.935
		基部	0.89	非常に有意	1.42	10	2.040~0.800	0.967~0.664

及び総アルカリ度が灰分含量と相関性を持ち不溶性アルカリ度は灰分含量と関係ないことが母集団においても確認された。

生体内におけるアルカリ度を支配する更に別

の要因として、灰の化学的組成が考えられる。これは灰を元素分析することによつて明らかにされるが、しかし灰の化学的組成を推定させる1つの要因としてアルカリ度/g. A.W. が考えら

れる。以上の観点から葉と茎の各部分にわたつて、アルカリ度/g A.W.とアルカリ度/10g F.W.との相関係数及び関係式を上記の数式を用いて計算した。計算の結果は表30, 31に示す。

表30 葉のアルカリ度/10g F.W.とアルカリ度/g A.W.との相関係数

	部 分	x	y	r	関 係 式
		アルカリ度 /10g F.W.	アルカリ度 /g A.W.		
水溶性アルカリ度	中心部	16.4	90.2	0.918	y=3.05x+40.2
	周辺部	14.1	74.4	0.705	y=3.75x+21.4
不溶性アルカリ度	中心部	9.7	53.2	0.965	y=5.06x+4.2
	周辺部	13.3	69.3	0.901	y=3.17x+27.3
総アルカリ度	中心部	26.1	143.5	0.918	y=3.95x+43.2
	周辺部	27.6	141.0	0.912	y=2.61x+68.8

表31 茎のアルカリ度/10g F.W.とアルカリ度/g A.W.との相関係数

	部 分	x	y	r	関 係 式
		アルカリ度 /10g F.W.	アルカリ度 /g A.W.		
水溶性アルカリ度	上部	17.4	109.0	0.755	y=2.14x+72.0
	中部	16.0	110.1	0.772	y=2.28x+73.6
	基部	15.9	99.0	0.196	
不溶性アルカリ度	上部	5.9	37.4	0.950	y=7.6x-7.6
	中部	5.3	35.2	0.921	y=4.65x+10.7
	基部	4.6	29.0	0.905	y=9.7x-15.6
総アルカリ度	上部	24.0	146.0	0.463	
	中部	21.8	147.0	0.717	y=2.23x+98.2
	基部	20.2	126.5	-0.340	

表30, 31にみられるごとくアルカリ度/g A.W.とアルカリ度/10g F.W.の間には、葉においてはきわめて高い相関性を有し、又茎においては不溶性アルカリ度のみが非常に有意な相関性を示している。以上の結果は生体内における水溶性アルカリ度及び不溶性アルカリ度の存在機構、および茎と葉の生理的な特性を説明す

るためにも有意義な問題であるとおもわれる。

前記の如く相関係数の値の変動性を考えて、表30, 31に記載された相関係数(r)の母集団における信頼度及び母集団における相関係数を計算した。計算に用いた方法は前記の通りである。信頼度は90%とした。計算の結果は表32, 33に示す。

表32 葉の母集団相関係数 (r_p) の推定 信頼度90%

	部分	x	y	r	母集団における信頼度	z	n	$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z_p > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$	r _p
		アルカリ度 /10g F.W.	アルカリ度 /g A.W.						
水溶性アルカリ度	中心部	16.4	90.2	0.918	非常に有意	1.580	7	2.400~0.760	0.984~0.641
	周辺部	14.1	74.4	0.705	有意	0.880	10	1.500~0.260	0.905~0.254
不溶性アルカリ度	中心部	9.7	53.2	0.965	非常に有意	2.020	7	2.840~1.200	0.993~0.834
	周辺部	13.3	69.3	0.901	非常に有意	1.480	10	2.100~0.860	0.970~0.696
総アルカリ度	中心部	26.1	143.5	0.918	非常に有意	1.150	7	1.970~0.330	0.962~0.319
	周辺部	27.6	141.0	0.912	非常に有意	1.540	8	2.271~0.809	0.979~0.670

表33 茎の母集団相関係数 ($r\rho$) の推定 信頼度90%

	部分	x	y	r	母集団における信頼度	z	n	$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z\rho > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$	$r\rho$
		アルカリ度 /10g F.W.	アルカリ度 /g A.W.						
水溶性 アルカリ 度	上部	17.4	109.0	0.755	非常に有意	0.980	16	1.434~0.526	0.892~0.483
	中部	16.0	110.1	0.772	有意	1.025	9	1.695~0.355	0.935~0.345
	基部	15.9	99.0	0.196	なし	0.200	13	0.719~-0.319	0.617~-0.310
不溶性 アルカリ 度	上部	5.9	37.4	0.950	非常に有意	1.830	14	2.321~1.339	0.981~0.872
	中部	5.3	35.2	0.921	非常に有意	1.595	8	2.326~0.864	0.982~0.696
	基部	4.6	29.0	0.905	非常に有意	1.500	11	2.079~0.921	0.969~0.726
総アル カリ度	上部	24.0	146.0	0.463	なし	0.500	16	0.954~0.046	0.740~0.050
	中部	21.8	147.0	0.717	有意	0.900	8	1.631~0.169	0.927~0.168
	基部	20.2	126.5	-0.340	なし	-0.355	13	-0.164~-0.84	0.159~-0.686

表30および表31について考察された点は推計学的な処理を用いて母集団を考えた場合にも適用されることが確認された。

結 論

植物性食品の代表として、ほうれん草をえらび、この乾燥重量灰分重量およびアルカリ度を葉と茎を用いて実験した。その結果次のことが明らかにされた。

1. 葉および茎を全体として取り扱った場合乾燥重量、灰分重量は共に葉のほうが茎にくらべて多い。アルカリ度に関しては水溶性アルカリ度と不溶性アルカリ度の間に拮抗関係がみられる。すなわち茎においては水溶性アルカリ度が高く、不溶性アルカリ度が低い。又葉においては逆の関係がみられる。

2. 葉を中心部と周辺部にわけた場合には、茎に比較してみられた葉の特徴は周辺部においてより強くみられる。各形質の $\frac{\sigma}{M}$ の値は葉を部分ごとにわけた場合の方が全体のものの値にくらべてより小さくなる。

3. 茎を上部中部基部にわけた場合、葉に対してみられた茎の特徴は基部に至るほどより強くみられる。なお葉の場合と同様 $\frac{\sigma}{M}$ の値は各部分にわけたものの方が全体のものにくらべて小さな値となる。

4. 成熟の度合が各形質におよぼす影響は、葉の方が茎にくらべてより強くあらわれる。

5. 統計的にえられた各形質の平均値および標準偏差を用いて、母集団における90%の信頼度をもつた平均値、および標準偏差をあきらかにした。

6. 灰分含量とアルカリ度との相関係数を計算した。その結果水溶性アルカリ度および総アルカリ度が灰分含量と高い相関性を示すのに反し、不溶性アルカリ度は相関を有しないことがわかった。この関係は茎および葉において共通している。又材料を全体として扱った場合よりこれを各部分にわけた方がより強い相関をしめす。

7. 灰自身のもつアルカリ度(アルカリ度/g A.W.)と材料のしめすアルカリ度(アルカリ度/10g F.W.)との相関係数を計算した。その結果葉においては水溶性アルカリ度、不溶性アルカリ度、総アルカリ度とも、すべて強い相関をしめすのに反し、茎においては不溶性アルカリ度のみが強い相関をしめしていることがわかった。

8. 標本材料において、もとめられた相関係数を推計学的に処理し、母集団における90%信頼度をもつ相関係数をあきらかにした。さらに標本材料においてもとめられた相関係数の信頼度を検定した。その結果標本材料においてみられた関係が、母集団においても成立することがあきらかにされた。