



Title	昆布葉体中のヒ素の分布
Author(s)	北爪, 博彦; KITAZUME, Hirohiko; 大石, 圭一 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 38(2), 156-164
Issue Date	1987-05
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23949">https://hdl.handle.net/2115/23949</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	38(2)_P156-164.pdf



## 昆布葉体中のヒ素の分布

北爪博彦\*・大石圭一\*

### Arsenic Distribution in Two Species Kombu, *Laminaria japonica* and *Kjellmaniella* *crassifolia* from Hakodate

Hirohiko KITAZUME\* and Keiichi OISHI\*

#### Abstract

Five specimens of two species of kombu, *Laminaria japonica* and *Kjellmaniella crassifolia*, growing at the seashores of Ishizaki in Hakodate were collected on Aug. 27, 1986.

The arsenic content of the blades of five kombu samples, which were each divided into small pieces, were quantitatively analyzed with an atomic absorption spectrophotometer (HITACHI 180-30).

The results obtained are shown in Tables 1 to 5 and Figs. 1 to 5. The following observations were made: In the blade, the arsenic content at the base was higher than that of the apex; In the stipe, the arsenic content was low, and was almost the same content as the apex. A highly arsenic content was observed near the meristem, i.e., growth point, and distributed densely near the stipe. Therefore, these results suggested that arsenic has some relation to the growth and metabolism of the growing kombu plant.

#### 緒 言

ヒ素は、あらゆる環境中に存在し、また生物体にも広範囲に分布する元素である。ヒ素はその化学形態により有害作用の程度に差があることが知られていて、人体に及ぼす影響を無視することはできない。さらにまた、ヒトの必須成分でもある。

近年、ヒ素中毒に関する代表的な事故二例が知られている。1つは、1955年に起きたヒ素ミルク事件で、無機ヒ素化合物を含むドライミルク摂取により、12,131人の乳児がヒ素中毒にかかり、130人が死亡している。もう1つは、同じく1955年から1956年にかけて山口県宇部市近郊で起きた醤油事件で、醤油の製造工程で不純物としてヒ素を含んでいたことが原因となり、患者数約400人をだした<sup>1)</sup>。

また、ヒ素含有量は、陸上生物よりも海産生物の方が、遙かに多いという事実が報告されている<sup>2)</sup>。しかしながら、古くから海藻を食用としてきた日本人の中に、海藻中のヒ素が原因の食中毒事故が知られていないのは、海藻中のヒ素が、生化学的に安定な毒性の低い形で存在するものと考えられる。

それ故、海藻の食品衛生学的な視点から褐藻類の昆布を選び、葉体中におけるヒ素の分布を明らかにするために、昆布を部位別に分け、ヒ素の定量を行った。

\* 北海道大学水産学部食品化学第二講座  
(Laboratory of Food Hygiene, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

実 験

〔昆布試料〕 昭和61年8月27日、北海道函館市石崎町において、天然マコンブ *Laminaria japonica* 4個体および、カゴメ *Kjellmaniella crassifolia* 1個体を採取し、マコンブ a, b, c, d, カゴメ e とした。直接海水中より取り出した藻体を、水分量が20%程度になるまで自然乾燥させた物を実験試料とした。実験試料には市販品を用いなかった。なぜならば、市販品は製品化される過程で、仮根、葉柄、および葉の両端の部分が切り落とされているため、昆布全体を測定したとは言いがたいからである。

〔試料昆布の細分〕 まず、ヒ素の分布をおおまかに把握するために、マコンブ a (全長 246 cm), ガ

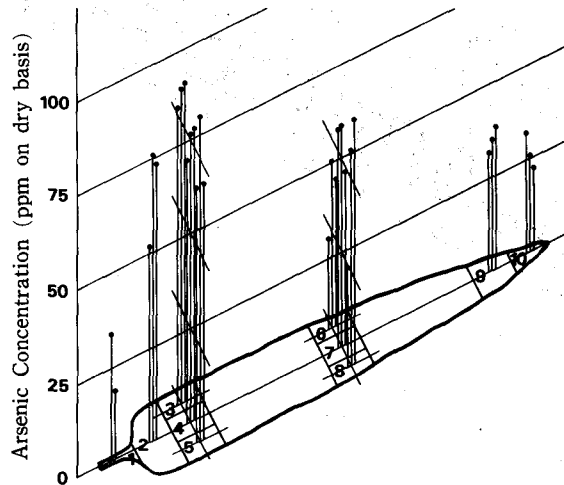


Fig. 1. Arsenic distribution of the sample a.

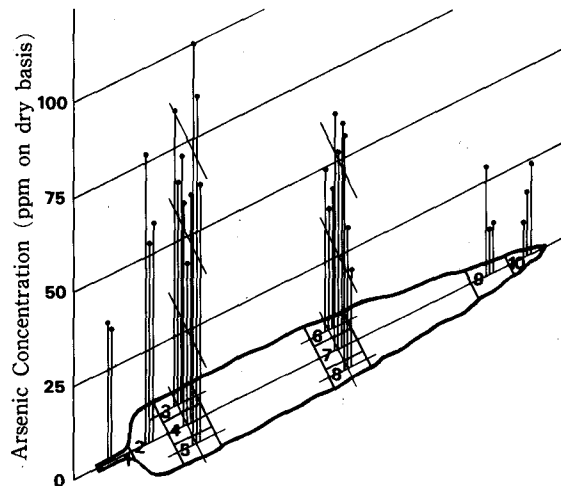


Fig. 2. Arsenic distribution of the sample e.

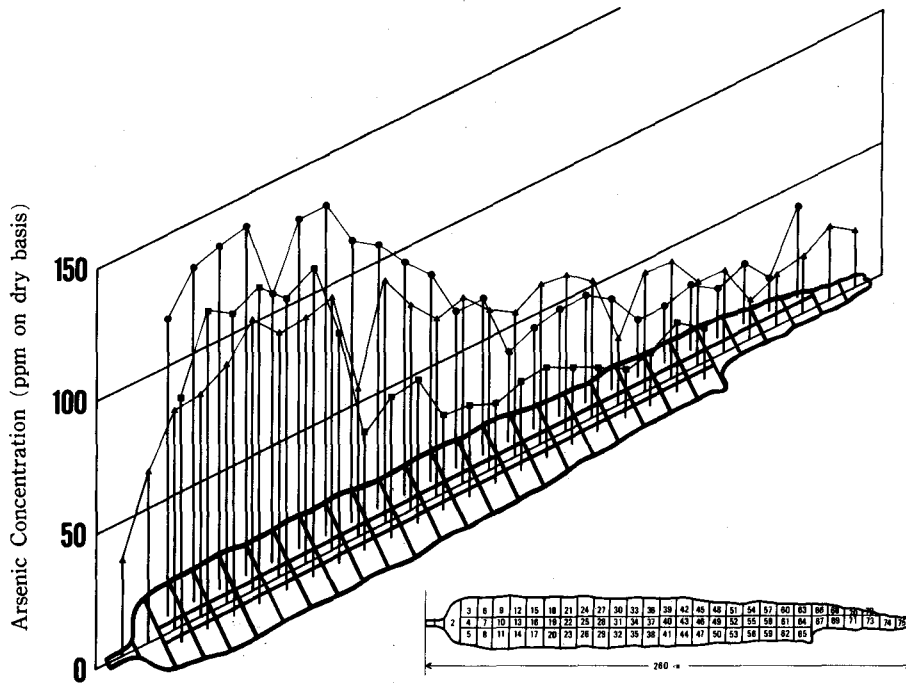


Fig. 3. Arsenic distribution of the sample b.  
Sampled sizes are as follows :

Number	(cm × cm)	Number	(cm × cm)	Number	(cm × cm)	Number	(cm × cm)
1	1 × 5	20	5 × 10	39	8 × 10	58	6 × 10
2	8 × 5	21	6 × 10	40	6 × 10	59	7 × 10
3	3 × 5	22	5 × 10	41	7 × 10	60	8 × 10
4	3 × 5	23	5 × 10	42	7 × 10	61	6 × 10
5	3 × 5	24	6 × 10	43	7 × 10	62	6 × 10
6	4 × 5	25	6 × 10	44	6 × 10	63	7 × 10
7	3 × 5	26	5 × 10	45	8 × 10	64	6 × 10
8	5 × 5	27	6 × 10	46	6 × 10	65	6 × 10
9	6 × 5	28	6 × 10	47	7 × 10	66	5 × 10
10	4 × 5	29	6 × 10	48	7 × 10	67	5 × 10
11	5 × 5	30	6 × 10	49	6 × 10	68	5 × 10
12	6 × 5	31	6 × 10	50	7 × 10	69	5 × 10
13	5 × 5	32	6 × 10	51	7 × 10	70	4 × 10
14	5 × 5	33	8 × 10	52	6 × 10	71	4 × 10
15	6 × 10	34	6 × 10	53	6 × 10	72	3 × 10
16	5 × 10	35	7 × 10	54	7 × 10	73	4 × 10
17	6 × 10	36	7 × 10	55	6 × 10	74	7 × 10
18	5 × 10	37	7 × 10	56	8 × 10	75	4 × 10
19	6 × 10	38	6 × 10	57	7 × 10		

北爪・大石：昆布葉体中のヒ素の分布

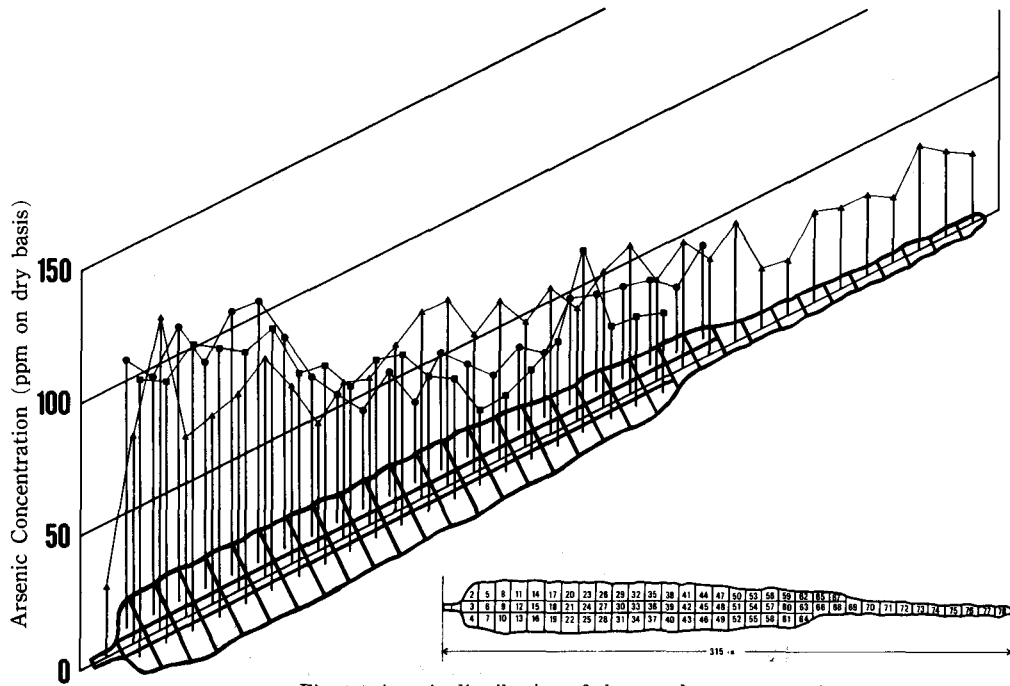


Fig. 4. Arsenic distribution of the sample c.  
Sampled sizes are as follows :

Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)
1	2×5	21	10×10	41	8×10	61	9×10
2	3×5	22	6×10	42	6×10	62	7×10
3	3×5	23	8×10	43	7×10	63	6×10
4	4×5	24	9×10	44	8×10	64	8×10
5	5×5	25	6×10	45	7×10	65	7×10
6	5×5	26	9×10	46	6×10	66	8×10
7	6×5	27	8×10	47	7×10	67	8×10
8	5×5	28	7×10	48	7×10	68	8×10
9	6×5	29	9×10	49	7×10	69	7×10
10	7×5	30	8×10	50	8×10	70	10×10
11	6×5	31	7×10	51	7×10	71	12×10
12	7×5	32	9×10	52	8×10	72	13×10
13	6×5	33	8×10	53	10×10	73	10×10
14	6×10	34	7×10	54	8×10	74	8×10
15	8×10	35	8×10	55	8×10	75	7×10
16	6×10	36	8×10	56	7×10	76	6×10
17	6×10	37	7×10	57	7×10	77	7×10
18	8×10	38	9×10	58	9×10	78	7×10
19	7×10	39	7×10	59	8×10		
20	6×10	40	8×10	60	6×10		

ゴメ e (全長 172 cm) を、それぞれ図 1, 2 に示したように、昆布葉体を 1 から 10 の切片にセラミックのはさみで切り取り、約 3 mm 四方に細切し、良く混ぜて試料とした。

また、葉体上のヒ素の分布を細かく把握するために、マコンブ b, マコンブ c, マコンブ d, 3 本を選び、図 3, 4, および 5 に示したように、それぞれ 75, 78 および 46 の部位に分けた。

【ヒ素の定量】 細切試料を約 1 g 精秤し、常法により湿式分解後、標準添加法により、フレームレス炭素炉原子吸光光度計 (日立 180-30 型) を用い、定量を行った。

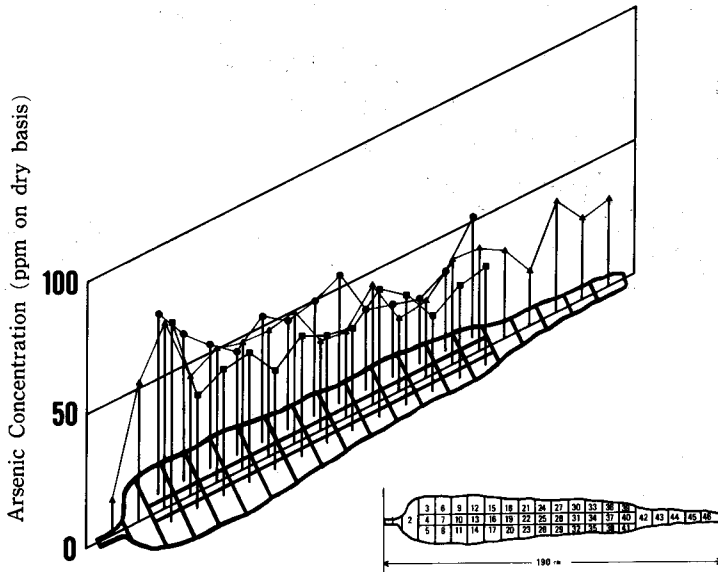


Fig. 5. Arsenic distribution of the sample d.  
Sampled sizes are as follows :

Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)	Number	(cm×cm)
1	1×5	13	6×10	25	7×10	37	4×10
2	7×5	14	5×10	26	5×10	38	3×10
3	3×10	15	6×10	27	5×10	39	3×10
4	4×10	16	7×10	28	6×10	40	4×10
5	3×10	17	5×10	29	5×10	41	3×10
6	3×10	18	5×10	30	4×10	42	8×10
7	4×10	19	7×10	31	5×10	43	6×10
8	3×10	20	6×10	32	3×10	44	6×10
9	4×10	21	5×10	33	3×10	45	5×10
10	5×10	22	7×10	34	5×10	46	3×10
11	4×10	23	5×10	35	3×10		
12	6×10	24	6×10	36	3×10		

## 結 果

まず、マコンブ a, ガゴメ e のそれぞれの 10 部分を 3 回ずつ (ただし No. 1 の試料に限り 2 回) ヒ素の定量を行った。定量結果を表 1 および 2 に示し、さらにこれらの表より図 1 および 2 を作製した。また、マコンブ b, c, d の各定量結果を表 3, 4 および 5 に示し、更にこれらの表より、図 3, 4 および 5 を作製した。

## 考 察

図 1, 図 2 によると、マコンブ a とガゴメ e の両者とも、部位によってヒ素含量はかなりの差があり、根元の部分が多く、先端に少ないことが分かる。図 3, 4 および 5 は全てマコンブであるが、共通して言えることは、根元の部分から先端までヒ素含量が、段階的に少なくなっていて、葉柄では頂点と同様に少ないことが分かる。この傾向は、図 5 のマコンブ d よりも、図 3, 4 のマコン

Table 1. Arsenic concentration of the sample a (ppm on dry basis)

Number	Arsenic (ppm)		
	1	34.0	18.5
2	56.5	76.1	72.9
3	78.2	83.8	84.5
4	69.7	76.5	77.1
5	67.4	86.3	67.6
6	24.0	43.9	38.6
7	58.0	59.1	45.5
8	26.2	57.4	64.8
9	31.8	35.4	37.9
10	32.1	25.9	21.8

Table 2. Arsenic concentration of the sample e (ppm on dry basis)

Number	Arsenic (ppm)		
	1	37.5	34.9
2	76.6	53.5	57.8
3	75.3	59.5	65.1
4	59.3	42.9	60.9
5	100.8	92.3	68.2
6	42.9	32.7	36.3
7	62.9	57.5	59.2
8	61.7	37.6	25.6
9	23.7	12.3	13.2
10	9.2	17.1	23.4

Table 3. Arsenic concentration of the sample b (ppm on dry basis)

Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)
1	30.6	20	115.6	39	59.6	58	45.2
2	63.8	21	124.5	40	60.2	59	18.7
3	110.1	22	94.2	41	30.1	60	21.9
4	82.3	23	85.5	42	34.4	61	44.0
5	91.2	24	106.0	43	54.4	62	25.5
6	125.9	25	55.7	44	33.3	63	25.0
7	83.1	26	43.9	45	38.8	64	31.2
8	118.9	27	99.9	46	60.7	65	19.2
9	128.6	28	91.6	47	34.0	66	18.8
10	89.3	29	52.7	48	40.5	67	31.0
11	113.6	30	88.2	49	59.1	68	23.0
12	130.9	31	77.3	50	28.6	69	14.7
13	101.2	32	53.4	51	40.7	70	12.6
14	118.0	33	77.9	52	51.6	71	18.9
15	101.0	34	67.1	53	23.4	72	34.8
16	91.4	35	35.6	54	34.5	73	21.2
17	109.4	36	59.4	55	25.2	74	27.5
18	123.7	37	70.3	56	18.1	75	21.0
19	92.0	38	34.4	57	22.1		

Table 4. Arsenic concentration of the sample c (ppm on dry basis)

Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)	Number	Arsenic (ppm)
1	25.8	21	67.2	41	35.3	61	34.1
2	101.8	22	76.3	42	52.0	62	32.4
3	78.0	23	60.5	43	27.8	63	37.6
4	104.6	24	47.7	44	26.7	64	30.2
5	90.1	25	74.7	45	59.5	65	25.3
6	117.8	26	48.6	46	28.3	66	47.7
7	98.8	27	59.0	47	31.9	67	36.3
8	104.0	28	62.2	48	46.8	68	35.6
9	67.8	29	37.6	49	33.0	69	44.1
10	107.8	30	55.6	50	24.5	70	22.2
11	85.6	31	67.0	51	54.8	71	20.5
12	70.7	32	47.2	52	39.4	72	33.9
13	101.4	33	62.8	53	40.8	73	30.7
14	99.6	34	63.4	54	42.0	74	29.5
15	74.1	35	30.4	55	68.7	75	24.3
16	94.9	36	71.3	56	37.3	76	38.8
17	98.9	37	50.9	57	50.3	77	31.4
18	82.2	38	45.1	58	35.6	78	25.4
19	98.4	39	70.6	59	34.9		
20	79.9	40	44.8	60	55.9		

北爪・大石：昆布葉体中のヒ素の分布

Table 5. Arsenic concentration of the sample d (ppm on dry basis)

Number	Arsenic(ppm)	Number	Arsenic(ppm)	Number	Arsenic(ppm)	Number	Arsenic(ppm)
1	12.8	13	47.6	25	31.9	37	39.8
2	52.4	14	49.1	26	39.1	38	35.1
3	68.4	15	47.3	27	30.3	39	45.7
4	70.4	16	47.3	28	44.9	40	38.8
5	75.7	17	37.7	29	48.0	41	37.7
6	56.1	18	41.1	30	27.6	42	33.3
7	44.9	19	48.9	31	28.1	43	20.9
8	43.4	20	45.1	32	41.2	44	42.4
9	47.1	21	43.4	33	24.3	45	30.6
10	50.6	22	33.3	34	29.6	46	33.4
11	47.9	23	40.3	35	28.3		
12	39.3	24	47.9	36	29.8		

ブ b, マコンブ c の方に強く見られる。また、葉体を横に比較すると、図 3, 4 にみられるように、根元の付近では、葉の周縁部は中心部に比較してヒ素含量が高く、中央部よりも上部では逆に、葉の中心部は周縁部に比較してヒ素含量が高い傾向にあることが分かる。

同様な傾向は、昆布葉体を 23 の部位に分けた熊谷ら<sup>3)</sup>による報告にも見られる。熊谷ら<sup>3)</sup>によると、ヒ素の分布は根元の部分より上方になるにしたがって少なくなり、先端部分は根元の部分の約 2 分の 1 程度になっている。さらに、葉の周縁部は中心部に比較してヒ素含量がやや高い傾向にあり、特に根元の部分ではその差が明らかである。と報告されている。

植物としての昆布は、根から水分や養分を吸い上げるのではなく、海中から葉面全体で養分を吸い取っている。すなわち、陸上植物のように根から葉に養分を運ぶ必要はない。しかし、昆布の生長点は根に近い部分にあって、その生長を支えるための成分を、髓層の中にある篩管を通して運ばなければならない。したがって、昆布のヒ素含量が生長点に高い傾向を示すということから、ヒ素が昆布の生長や代謝に関与している何らかの因子と関係を持つものと考えられるが、詳しいことは明らかではなく、今後より一層の研究が望まれる。

要 約

昆布葉体中のヒ素の分布は根元に多く、葉体の頂点になるにつれて少なくなる。葉柄のヒ素含量は葉体の頂点と同様に少ない。ヒ素が昆布の生長点に多いことから、ヒ素が昆布の生長や代謝に関与している何らかの因子と関係を持つものと考えられる。

謝 辞

実験に使用した昆布を提供された石崎漁業協同組合（函館市石崎町）に深謝する。また、実験に協力された北海道大学水産学部、同講座の河端弘氏に感謝する。

文 献

- 1) 石西 伸 (1985). ヒ素—化学・代謝・毒性. 157 p. 恒星社厚生閣, 東京.
- 2) 久永 明・石西 伸 (1985). ヒ素. 312 p. 東京化学同人, 東京.
- 3) 熊谷昌士・福島雄二 (1980). 数種コンブ葉体のヒ素の分布. 日水誌, 47(2), 251-254.