

Étude des matières en suspension dans l'eau naturelle. I

La construction d'un turbidimètre portatif et la corrélation entre la turbidité et la quantité des matières en suspension dans l'eau

par Takahisa HANYA

(Reçu, le 14 juin 1950)

Introduction

La turbidité de l'eau naturelle est variable selon sa pureté; il est à peu près impossible de l'observer à l'état de pureté absolue excepté dans le laboratoire. L'eau naturelle contient toujours des êtres vivants ou des poussières minérales et organiques. Le rôle de ces matières en suspension est très intéressant au point de vue géochimique ainsi qu'au point de vue de l'industrie de la pêche.

A présent, on emploie généralement, pour préciser la turbidité le moyen du fameux appareil de Secchi. Mais il est évident que par ce moyen nous ne pouvons poursuivre en détail la turbidité et la nature des matières suspendues. En recherchant en détail la turbidité dans la mer ou dans les lacs etc., il faut l'examiner à divers points et à diverses profondeurs. De plus, nous devons l'examiner le plus vite possible, parce que la nature des matières suspendues de l'eau prise dans une bouteille ne se trouve pas longtemps au même état que dans la nature.

Nous avons donc construit un turbidimètre portatif pour suffire à nos besoins. Nous parlerons d'abord brièvement de sa structure et puis de la corrélation entre la quantité des matières suspendues et le degré de la turbidité mesurée par cet appareil.

Construction de turbidimètre et son opération

(1) Le mode principal de la mesure.—

La turbidité se mesure en général dans le laboratoire par l'intensité de la lumière diffusée par des matières suspendues ou qui pénètre à travers l'eau trouble à examiner.^{(1), (2), (3)} Nous avons profité de ce dernier mode.

Une part de la lumière de la source S atteint la cellule photoélectrique (E_A) et l'autre la (E_B)

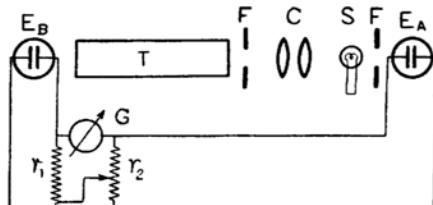


Figure 1.— E_A et E_B , cellules photoélectriques; T, tube d'eau; F, fente; S, source de lumière; C, collimateur; G, galvanomètre; r_1 , résistance fixée 120 ohm; r_2 , résistance variable 120 ohm.

en passant le tube d'eau. La proportion de l'intensité de la lumière E_B/E_A se mesure potentiométriquement par la zéro-méthode.

(2) Le mode opératoire et la calculation:

(a).—On remplit le tube de l'eau pure et on mesure la proportion

$$r_0 = E_B/E_A.$$

(b).—En suite, on le remplit de l'eau naturelle à examiner et on mesure la proportion

$$r = E_B/E_A.$$

(c).—Le degré de la turbidité, $\Delta\lambda$, se calcule par la formule suivante.

$$\Delta\lambda = \frac{2.303}{l} \cdot \log \frac{r_0}{r}$$

(l: longueur du tube d'eau)

(3) La signification de $\Delta\lambda$ (coefficient d'extinction).—Au cas de solution colorée dans laquelle la loi de Lambert-Beer s'applique, la valeur de $\Delta\lambda$ qui se calcule ainsi est indépendante de la structure de l'appareil et s'appelle coefficient d'extinction de la solution colorée. Au contraire, dans le cas d'eau trouble, $\Delta\lambda$ varie à la même turbidité, selon la structure de l'appareil; $\Delta\lambda$ n'a pas de signification exactement physique. Mais nous prenons pour plus de commodité comme unité de la turbidité ce que nous allons nommer "le coefficient

(1) R. Bowling Barnes et Charles R. Stock, *Anal. Chem.*, **21**, 181-4 (1949).

(2) H. P. Kortschak, *Anal. Chem.*, **19**, 692 (1947).

(3) M. Mukai, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **II**, **19**, 146 (1941).

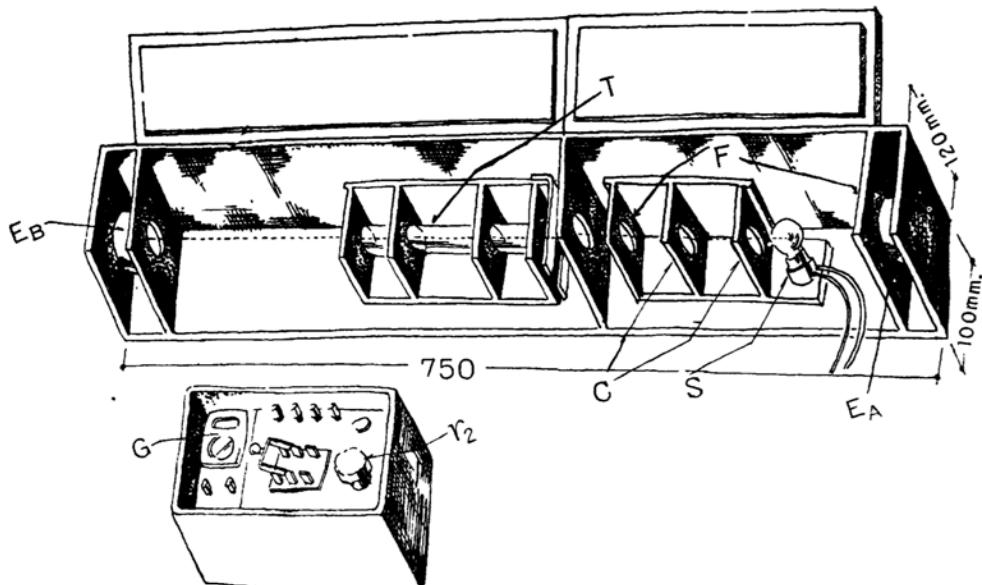


Figure 2 a.—Structure de turbidimètre.

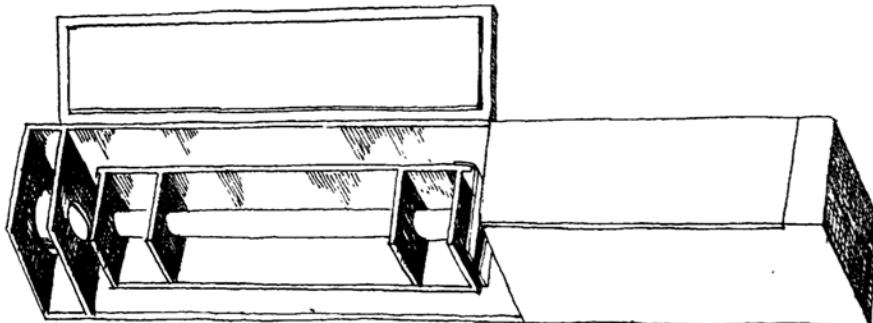


Figure 2 b.

d'extinction" de l'eau trouble. La description à suivre en montrera la commodité.

Correlation entre $\Delta\lambda$ et la quantité des matières suspendues

Un des buts principaux de notre mesure de la turbidité est d'estimer la quantité des matières suspendues dans l'eau naturelle. Naturellement comme le montrent beaucoup d'expériences, il n'y a pas de relation simple entre la turbidité et la quantité.⁽⁴⁾ Mais il est très important pour avancer notre recherche de connaître cette relation dans le cas où la nature des matières suspendues est claire.

Nous avons donc d'abord poursuivre cette relation dans la suspension des poussières de verre de silice, parce qu'il est à peine soluble dans l'eau et que leur dimension est assez facilement déterminée, par la loi de Stokes, en

mesurant leur vitesse de sédimentation.

Nous pulvérisons aussi finement que possible du verre de silice dans un mortier d'agate, comme on fait dans le cas d'analyse de silicate. Ces poussières se composent de diverses dimensions. Nous en avons donc choisi par le moyen de lavage de cinq sortes dont les distributions de dimension sont montrées à la figure 3.

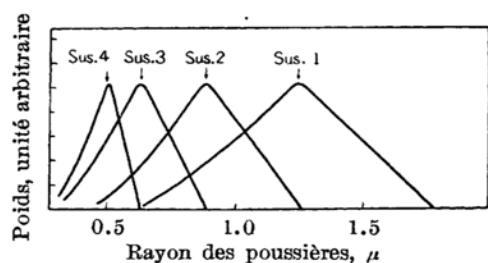


Figure 3.—Distributions des dimensions des poussières de verre de silice. Rayon des poussières à la maximum quantité: Suspension 1, 1.2₆; 2, 0.8₉; 3, 0.6₃; 4, 0.5₁; 5 & 5', 0.5>.

(4) Bechhold und Hebler, *Kolloid Z.*, 31, 70 (1922).

Nous avons déterminé $\Delta\lambda$ de ces cinq sortes de suspensions aux diverses concentrations avec cet appareil de deux manières, en nous servant de deux sortes de tubes. Au premier cas ($\Delta\lambda_{40}$), nous avons employé un tube de 2.8 cm. de diamètre et 40 cm. de long, et l'avons mis à la place montrée à la figure 2 b; Au second cas ($\Delta\lambda_{20}$), un tube de 2.0 cm. de diamètre et 20 cm. de long et à la place montrée à la figure 2 a.

Tableau 1 montre les valeurs de $\Delta\lambda_{40}$ et $\Delta\lambda_{20}$ des suspensions. Nous pourrons exprimer en général la corrélation entre $\Delta\lambda$ et C (quantité de verre de silice milligramme par litre) par la série des formules suivantes.

$$\log nC = m \log \Delta\lambda \quad (1)$$

(unité de $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ cm.}^{-1}$)

où

	$\Delta\lambda_{40}$		$\Delta\lambda_{20}$	
	m	n	m	n
Suspension 1 :	1.28	2.63	1.13	8.12
" 2 :	1.22	3.00	1.11	8.70
" 3 :	1.20	2.85	1.10	7.08
" 4 :	1.10	2.48	—	—
" 5 :	1.08	1.63	—	—
" 5' :	—	—	1.05	5.00

Cette équation (1) correspond à

Tableau 1

Suspension	$C, \text{mg./l.}$	$\Delta\lambda_{40}, 10^{-3}, \text{cm}^{-1}$	$\Delta\lambda_{20}, 10^{-3}, \text{cm}^{-1}$	$C_{\Delta\lambda_{40}}, \text{mg./l.}$	$C_{\Delta\lambda_{20}}, \text{mg./l.}$	$\frac{C_{\Delta\lambda_{40}}}{C}$	$\frac{C_{\Delta\lambda_{20}}}{C}$
1	12.6	15.5	60.8	12.6	12.6	0.0	0.0
	6.3	8.7	33.3	5.9	6.5	-0.4	+0.2
	3.2	5.3	18.1	3.2	3.2	0.0	0.0
	1.6	3.1	9.2	1.6	1.5	0.0	-0.1
2	30.8	39.7	147	29.9	29.5	-0.9	-1.3
	7.7	13.1	48.3	7.8	8.2	+0.1	+0.5
	3.6	7.1	23.9	3.7	3.9	-0.2	0.0
	1.9	4.2	13.5	1.9	2.1	0.0	+0.2
3	1.0	2.7	6.6	1.1	0.9	+0.1	-0.1
	20.5	29.5	93.9	20.4	20.6	-0.1	+0.1
	6.8	12.0	33.0	7.0	6.6	+0.2	-0.2
	3.4	6.7	17.9	3.5	3.3	+0.1	-0.1
4	1.7	3.7	9.5	1.7	1.8	0.0	+0.1
	13.9	25.7	—	14.3	—	+0.4	—
	9.8	18.0	—	9.5	—	-0.3	—
	6.9	13.3	—	6.7	—	-0.2	—
5	4.9	9.7	—	5.0	—	+0.1	—
	3.5	7.0	—	3.5	—	0.0	—
	2.4	5.2	—	2.5	—	+0.1	—
	1.7	3.9	—	1.6	—	-0.1	—
5'	19.3	24.5	—	19.5	—	+0.2	—
	9.7	12.8	—	9.7	—	0.0	—
	4.8	6.6	—	4.7	—	-0.1	—
	20.5	—	85.4	—	20.1	—	-0.4
5'	10.3	—	43.3	—	10.3	—	0.0
	5.1	—	22.3	—	5.3	—	+0.2
	2.6	—	12.7	—	2.6	—	0.0
	1.3	—	6.0	—	1.3	—	0.0

C : concentration des poussières de verre de silice déterminée par l'analyse gravimétrique.

$C_{\Delta\lambda_{40}}$: concentration donnée par l'équation (1) et par $\Delta\lambda_{40}$.

$C_{\Delta\lambda_{20}}$: concentration donnée par l'équation (1) et par $\Delta\lambda_{20}$.

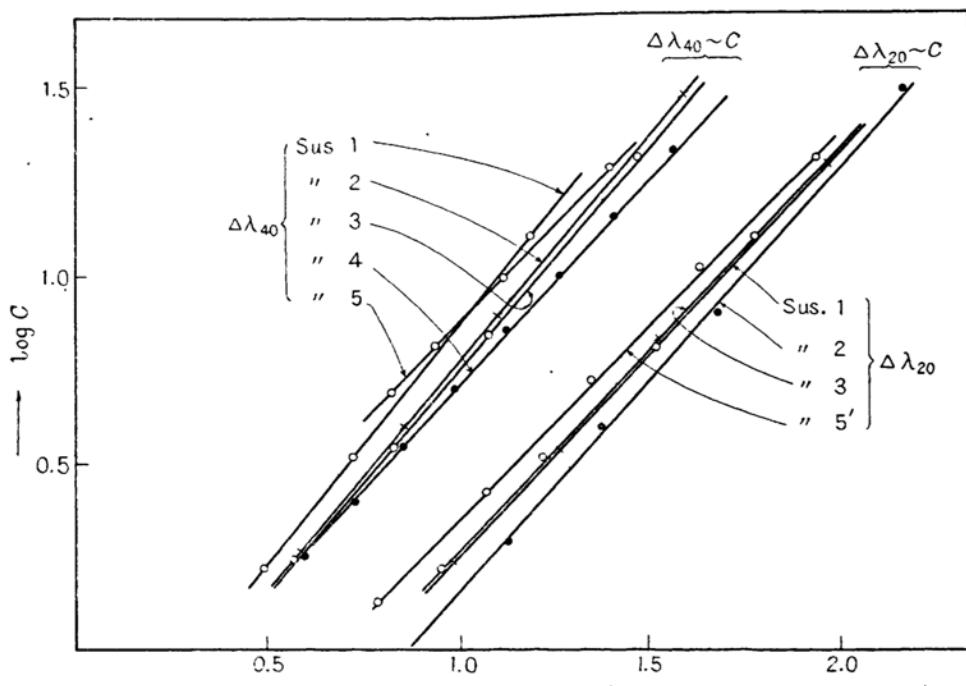


Figure 4.

$$C = p \Delta\lambda$$

dans la solution colorée où s'applique la loi de Lambert-Beer, en prenant respectivement p , C , et $\Delta\lambda$ pour le constant, la concentration et le coefficient d'extinction.

Nous allons montrer pourquoi nous avons déterminé la turbidité par les deux manières en employant les deux sortes de tubes. Il est sans doute désirable pour nous de déterminer la turbidité de l'eau naturelle d'une quantité aussi petite que possible; nous l'avons donc déterminé en employant diverses sortes de longueur de tubes, et trouvé que le tube de 20 cm. de long est la plus convenable pour notre détermination par cet appareil. Nous avons aussi un espoir de connaître jusqu'à un certain point la nature des matières suspendues dans l'eau naturelle en déterminant en même temps la turbidité par les dites deux manières et en comparant les valeurs de $\Delta\lambda_{40}$ et $\Delta\lambda_{20}$. C'est la raison pour laquelle nous avons décrit en détail la corrélation entre la quantité des matières suspendues et la turbidité donnée par ces deux manières. Les descriptions ci-dessus serviront à la compréhension des expériences que nous allons montrer dans une série des mémoires à suivre.

Resumé

Nous avons de nouveau construit un turbidimètre portatif par lequel nous pouvons déterminer sur place plus exactement et plus promptement que par tout autre appareil jusqu'ici construit au Japon la turbidité de beaucoup d'échantillons de l'eau naturelle un peu trouble et en petite quantité.

Nous pouvons exprimer la corrélation entre la quantité des matières suspendues et la turbidité donnée par cet appareil par le type d'équation suivante.

$$\log nC = m \log \Delta\lambda$$

En terminant ce compte-rendu de nos recherches, nous avons l'honneur d'exprimer nos sincères remerciements à M. M. les Professeurs K. Sugawara et R. Ueda et à Docteur A. Azuma pour les aimables et très utiles conseils et surtout nous ne pouvons que rendre nos profondes grâces à M. T. Asai qui a eu la bonté de nous aider en chargeant de la fabrication de cet appareil qui exige des soins à la fois minitieux et accablants

Laboratoire de chimie, faculté des sciences, université de Nagoya, Nagoya