湖底堆積物からみた諏訪湖における汚染物質の集積過程

公文富士夫・池中良徳

第14回環境地質学シンポジウム論文集　別刷

(2004年12月)

Reprinted from

The Proceedings of the 14th Symposium on Geo-Environments and Geo-Technics, December 2004

Proceedings of the 14th Symposium on Geo-Environments and Geo-Technics. 2004 Page 323-328
Reports: Received 31, October, 2004

湖底堆積物からみた諏訪湖における汚染物質の集積過程

公文富士夫[1]・池中良徳[2]

1：信州大学理学部物質循環学科　〒390-8621　松本市旭3-1-1　E-mail:shkumon@gipac.shinshu-u.ac.jp
2：信州大学工学系大学院博士課程　〒392-0027　諏訪市湖岸通り5-2-4　信州大学山地水環境教育研究センター

Depositional process of organic pollutants deduced from the sediment features in Lake Suwa, central Japan

Fujio KUMON[1] and Yoshinori IKENAKA[2]

1: Department of Environmental Sciences, Fac. Sdi, Shinshu Univ., Asahi 3-1-1, Matsumoto 390-8621, Japan
2: Graduate School of Science and Technology, Shinshu Univ., Kogandori 5-2-4, Suwa 392-0027, Japan

Abstract

Sedimentation of Lake Suwa is much affected by flood sediments even in the center of the lake. The concentrations of dioxins and PAHs are diluted by such event sediment composed mainly of inorganic, non-contaminated materials. Flood sediment layers dated on 10 June 1950, 29 June 1961 and 28 September 1983 are confirmed in the cored sediments from Lake Suwa. Although the persistent organic pollutants are low in the flood sediments compared with the normal sediments below and above, the total amount of pollutants deposited in one flood is much larger than the annual amount of normal sediments. The annual changes of the persistent organic pollutants amount in the normal sediments well correspond with the history of human activities around the lake. Chemical and other analyses must be based sedimentary unit identified by lithology and density.

Key Words: *Lake Suwa, flood sediment, sedimentation rate, persistent organic pollutant, PAH, dioxin*

はじめに

陸域における人間の諸活動によってさまざまな不用物質や有害物質が生産されるが，その多くは産業排水や生活排水，あるいは雨水によって水域に運ばれる．湖沼は多くの場合人間にもっとも身近な堆積の場であり，その堆積物には人間活動のさまざまな側面が記録されていることが予想される．しかしながら，堆積物に基づいて過去の環境変遷を解明する上での大きな障害は，取り扱う堆積物の年代が明確にならないことであるとともに，堆積ユニットの認定が行われていないことである．柱状試料において，たとえば^{137}Csなどの濃度によって１，２点の年代目盛りが入ったとしても，それらの年代値の間は「定常的な＝一定の」堆積が行われたものと仮定して解析が進められてきた．

しかし，湖沼に供給される堆積物の量は平常時と洪水時では大きく異なり，特に流入河川の流域が大きく荒廃するような大規模な洪水時には多量の土砂が短時間の内に流入・堆積することが想定される．しかも，このようなイベント堆積物では，鉱物や岩石などの無機物質が多くなるため，人為起源の重金属や有機物は希釈効果によって濃度としては小さくなることが予想される．しかし，多量の堆積物がはこばれるため，陸域に起源をもち，特に粘土粒子に吸着するような性質を持つ物質は，洪水時に総量としては多量の物質が運ばれていると予想される．

諏訪湖は上川や砥川といった大きな流入河川をもち，洪水などの影響を受けやすい湖である．一方，湖の周辺は明治後半からの製糸産業に始まって高度に産業化された歴史をもっており，また，観光地でもあって人間の産業活動が活発に行われてきた．このような条件は，湖沼へ間欠的に発生するイベント堆積物の影響を解析する上でわかりやすい条件を提供することができる．実際に諏訪湖の堆積物中に確認された1950年６月10日，1961年６月28日および1983年９月28日の洪水堆積物は，年代のマーカーであるとともに，多量の汚染物質を一気に湖沼へ運び込むという点でも重要な役割を果たしていることが判明した．

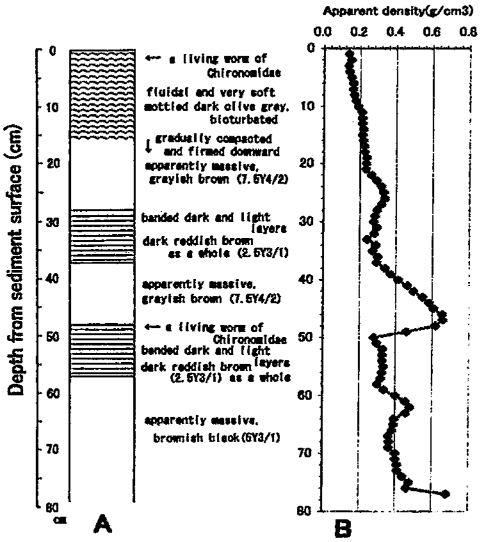

Fig. 1 Lithologic column of the cored sediment (A) and apparent density profile (B) sampled from the center of Lake Suwa on 1 August 2003.

検討した柱状堆積物の概要と年代

2003年８月１日に，湖心部の西寄りの同一場所で10本近くの１m弱の長さの試料が採取された．その内の１本については半裁して断面の岩相を観察するとともに（Fig.1A），片側半分について１cm毎に含水率を測定して見かけ密度を求めた（Fig. 1 B）．他の半分については５cm間隔で切断して，後述するダイオキシン類や多環芳香族炭化水素などの有機化合物の分析をおこなった．一方，同時に採取された７，８本分の柱状堆積物は，2.5cmまたは５cm毎に分取され，深度ごとに十分に混合された上で，各種の分析が行われた．Fig.2Bに示された^{137}Csや^{210}Pbの濃度はこのように「合成」された試料について得られたものである．それゆえ，分取時の深度誤差があるので，Fig.2の図AのB間での深度の厳密な一致は保障されていない．

^{137}Csの濃度ピークは深度42.5cmの試料（深度40〜45cm分）に認められる．^{137}Csのフォールアウトのピークは1963年とされているので，深度40〜45cm付近に1963年の堆積面（湖底面）があることになる．また，原水爆実験の増加によって汎世界的に^{137}Csの降下が確認されはじめる年代は1954年とされており，深度64cm付近がその年代である可能性がある．

ほぼ同じ場所（若干北寄り）から2003年７月３日に３mほどの柱状試料を採取して，含水率と有機炭素・窒素含有量を測定していた．また，1999年に湖心部において採取された柱状試料についても同様のデータが測定され，1974年に採取された柱状試料についてもかさ密度と有機炭素・窒素量の測定値が報告されていた（Hayashi, 1983）．これらの見かけ密度の深度変化には，みかけ密度が0.18〜0.21と低い上部，いくつかの密度のピークがあるが，全体としては0.25から0.42まで密度が増加する中部，さらに，一旦密度ピークを持った後，下位に向かって0.41から0.38程度まで徐々に低下する下部という区分が共通して認められる．このような密度変化は，諏訪湖の堆積作用が経年的に変化したことを反映したものである．

密度変化の特徴に基づいて1974年に採取された柱状試料を1999年４月および2003年７月に採取された柱状試料と比較すると，後２者の深度35cm付近が1974年当時の湖底面に相当することがわかる．2003年８月１日に採取した柱状試料についての1cmごとの密度プロファイル（Fig. 2A）は，2003年７月の柱状試料の密度プロファイルと一致しており，この結果は深度40〜45cmに1963年の湖底面が位置するという^{137}Csからの推定と調和的である．

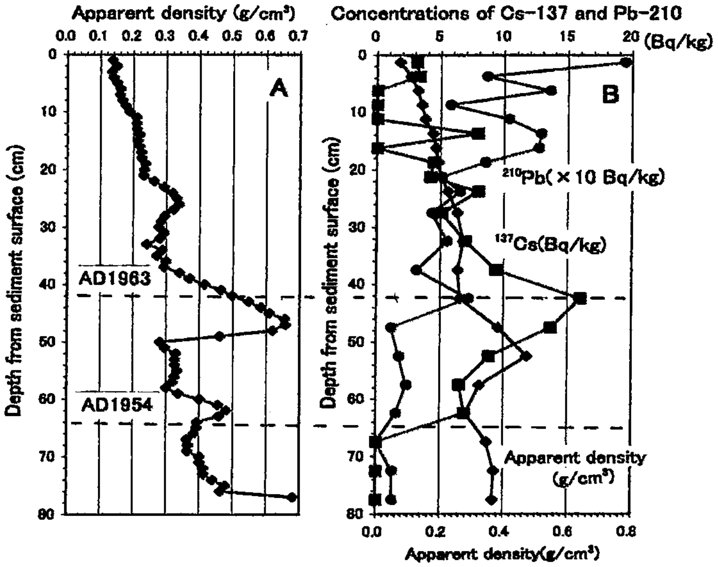

Fig. 2 Apparent density and, ^{137}Cs and ^{210}Pb concentrations of the short cored sediments sampled on 1 August, 2003. A: apparent density profile of 1 cm interval, B: apparent density, and ^{137}Cs and ^{210}Pb concentration profiles of 2.5 to 5 cm interval (personal communication from Prof. T. Fukushima, Tsukuba Univ.)

密度ピークの成因と年代

柱状試料に認められる見かけ密度ピークには，珪藻殻が少なくて鉱物・岩石の粒子が多いこと，および，炭素や窒素の含有量は少ないが C/N 比が高いという特徴がある．これらは高密度層が通常の堆積物よりも粗粒であり，陸上に起源を持つ物質を多く含んでいることを示している．これらの特徴は，通常とは異なった，洪水のような強い営力によって湖心部付近まで運び込まれたことを示唆している．

一方，Table 1 に示したように，諏訪湖付近における豪雨の発生状況を諏訪測候所の気象記録に基づき，また，豪雨に起因する湖水位の上昇（諏訪湖釜口水門の水位記録に基づく）を洪水の指標として検討すると，規模の差はあるが，多数の豪雨＝洪水が発生してきたことがわかる．それらのうち，連続雨量が 200mm を超え，湖水増加が 1.1m以上ある洪水が 3 回認められる（Table 1: flood impact A）．前述のように柱状堆積物にはいくつかの年代的基準が設定されるので，見かけ密度のピークはこの 3 回の大洪水と年代的に一致しているといえる．すなわち，深度 22～28c は 1983 年 9 月 28 日の洪水に，深度 40～49cm は 1961 年 6 月 28 日の洪水に，深度 59～62cm は 1950 年 6 月 11 日の洪水に対応させられる．1961 年 6 月 28 日の洪水は長野県下では「36 災害」として知られているものであり，1983 年 9 月 28 日の洪水は諏訪市一体に大きな浸水被害を出したものである．

湖底堆積物に認められる高密度層は，大規模な洪水が陸上から粗粒な鉱物質物質を多量に湖心まで運び込むとともに，陸域の有機物をも搬入したものとして説明ができる．これは湖底堆積物中に新しい時間マーカーを見いだしたことでもある．このマーカーを基準として堆積速度を求めると，洪水堆積物を含んだ平均堆積速度は 1.2～1.4cm/年（洪水堆積物とを除くと平均 0.2～0.3cm/年）となる．これは ^{137}Cs 濃度ピークが示す年代値から直接求めた値とほぼ同じである

堆積物中の有害有機物濃度の垂直分布と経年変化

5 cm 間隔で分取した試料についての多環芳香族炭化水素類（PAHs）とダイオキシン類（Co-PCB および PCDDsDFs）の濃度分布を Fig. 3 に示す（Ikenaka et al.，投稿中）．

Table 1 Heavy rainfalls and water level changes in Lake Suwa from 1945 to 2002.

precipitation at Suwa meteorological station (mm)				water level of Lake Suwa at Kamaguchi Gate (m)					flood impact
continuous precipitation		one day maximum		maximum level		before flood		rising of water level	
Year/Month/Day	total	amount	Day	Day	level	Day	level		
1945/7/11-13	101.5	50.7	7/12	-	-	-	-	-	
1945/10/4-5	206.6	142.2	10/5	10/5	2.04	-	-	-	
1945/10/8/11	114.5	58.5	10/9	-	-	-	-	-	
1948/6/14-17	122.7	63.3	6/14	6/17	1.27	6/13	0.85	0.42	
1949/9/21-23	150.6	134.2	9/23	9/24	1.47	9/20	1.02	0.45	
1950/6/9-15	282.4	100.2	6/11	6/12	2.21	6/8	1.10	1.11	A
1951/7/11-16	166.1	71.1	7/15	7/16	1.56	7/10	0.94	0.62	
1952/7/10-14	124	46.2	7/14	7/19	1.19	7/9	1.06	0.13	
1953/6/19-7/3	201.6	48.8	7/3	7/4	1.19	6/18	1.05	0.13	
1953/7/17-20	162	57.7	7/19	7/24	1.44	7/16	1.06	0.38	
1953/8/24-27	113.6	53.4	8/27	8/28	1.09	8/23	0.98	0.11	
1955/7/21-24	111.2	73.8	7/22	-	-	-	-	-	
1955/9/27-28	133.8	114.1	9/27	9/28	1.22	9/26	0.95	0.27	
1956/3/19-22	121.6	77.5	3/20	3/20	1.11	3/17	0.95	0.16	
1956/8/28-31	184.6	54.7	8/29	8/31	1.42	8/27	0.98	0.44	
1957/6/27-29	126.3	66.3	6/27	6/28	1.46	6/26	1.06	0.40	
1957/7/10-13	153.4	75.9	7/10	7/13	1.22	7/10	1.02	0.20	
1957/9/9-12	104.9	51.5	9/10	9/11	1.45	9/8	1.00	0.45	
1958/7/21-27	125.8	41.6	7/26	7/27	1.32	7/20	0.85	0.47	
1959/8/12-14	135.8	70.6	8/14	8/15	1.92	8/11	0.94	0.98	
1959/9/13-14	118.7	100.8	9/14	9/14	1.37	9/12	0.96	0.41	
1959/9/25-28	139.2	52.1	9/26	9/27	1.55	9/24	0.97	0.58	
1960/8/11-14	144.9	59.1	8/11	8/14	1.30	8/10	0.94	0.36	
1961/6/23-30	367.7	111.4	6/28	6/29	2.53	6/22	0.94	1.59	A
1962/6/7-14	197.4	47.5	6/13	6/14	1.23	6/6	0.96	0.27	
1963/6/25-28	138.3	54.6	6/24	6/25	0.91	6/22	0.81	0.10	
1964/9/20-25	167.4	61.2	9/24	9/25	1.19	9/19	0.80	0.39	
1965/5/26-28	137.1	70.9	5/27	5/27	1.28	5/25	1.07	0.21	
1965/7/12-13	102.2	81.8	7/13	7/14	1.57	7/11	0.94	0.63	
1965/9/14-18	122.1	97.6	9/17	9/18	1.59	9/13	0.92	0.67	
1966/9/22-24	171.5	76.1	9/22	9/25	1.40	9/17	1.00	0.40	
1967/7/9-11	185.6	110.4	7/9	7/10	2.04	7/6	0.98	1.06	
1968/8/26-29	168.5	96.5	8/28	8/29	1.41	8/25	0.98	0.43	
1969/7/21-26	145.5	63	7/21	-	-	-	-	-	
1969/7/30-8/4	150	44	7/31	8/5	0.96	7/29	0.81	0.15	
1970/6/14-16	179.5	97	6/15	6/16	1.47	6/13	0.71	0.76	
1971/9/6-7	192	118.5	9/6	9/7	1.33	9/5	0.78	0.55	
1972/7/9-15	286	120.5	7/10	7/13	1.40	7/8	0.69	0.71	
1974/4/7-9	126.5	92	4/8	4/9	1.21	4/6	0.54	0.67	
1974/7/4-7	118.5	63	7/5	7/6	1.03	7/3	0.69	0.34	
1975/7/3-7	118	49.5	7/4	7/8	0.96	7/2	0.70	0.26	
1975/7/9-13	126.5	64	7/9	7/14	0.97	7/2	0.70	0.27	
1976/6/9-11	102	39.5	6/11	6/11	0.87	6/8	0.83	0.04	
1976/9/7-9	134.5	103	9/9	9/10	1.14	9/6	0.80	0.34	
1978/6/21-25	135.5	36	6/25	6/23	0.84	6/20	0.73	0.11	
1978/10/27-29	141.5	69	10/28	10/29	1.03	10/26	0.75	0.28	
1979/8/20-25	149.5	64	8/22	8/22	0.96	8/19	0.78	0.18	
1979/9/23-28	122	45.5	9/26	9/26	0.89	9/22	0.77	0.13	
1980/7/6-9	155	102.5	7/8	7/8	1.38	7/5	0.71	0.67	
1980/10/19-21	116.5	73	10/19	10/20	0.99	10/18	0.80	0.19	
1981/7/1-4	149	68	7/2	7/3	1.23	6/30	0.74	0.49	
1981/8/27-29	102.5	74	8/28	8/28	1.08	8/26	0.84	0.25	
1982/7/29-8/3	176	80.5	8/1	8/2	1.72	7/28	0.85	0.87	
1982/9/8-12	232	95	9/12	9/13	1.98	9/7	0.72	1.26	
1983/5/15-17	105.5	83.5	5/16	5/17	1.29	5/14	0.93	0.36	
1983/7/15-18	116.5	61	7/17	7/18	0.89	7/14	0.72	0.17	
1983/8/15-17	106	55	8/16	8/17	0.87	8/14	0.82	0.06	
1983/9/27-28	215.5	161.5	9/28	9/29	2.40	9/26	0.73	1.67	A
1985/6/20-26	133	54	6/25	7/1	1.97	6/19	0.73	1.25	
1985/9/22-24	141.5	65	9/23	9/24	0.92	9/21	0.71	0.22	
1988/9/24-25	188	103	9/25	9/26	1.12	9/23	0.73	0.39	
1990/9/2-5	111	90.5	9/3	9/3	0.52	9/1	0.53	-0.01	
1991/9/13-15	110.5	75.5	9/14	9/14	0.87	9/12	0.78	0.09	
1991/9/30-10/1	113	91.5	10/1	10/2	1.13	9/29	0.77	0.36	
1993/6/29-7/5	152	45.5	7/5	7/5	0.89	6/28	0.73	0.16	
1993/8/3-5	102	51	8/5	8/6	0.95	8/2	0.72	0.23	
1995/7/1-6	172	67.5	7/3	7/3	0.79	6/30	0.73	0.06	
1995/9/14-17	153	72	9/17	9/19	1.06	9/13	0.78	0.28	
1996/6/24-26	102	67.5	6/25	6/26	0.85	6/23	0.69	0.16	
1997/7/9-13	203.5	105	7/10	7/10	0.89	7/8	0.78	0.11	
1997/9/11-15	124.5	52.5	9/15	9/15	0.81	9/7	0.56	0.25	
1998/6/21-22	103	52	6/22	6/22	1.18	6/20	0.74	0.44	
1998/9/21-28	130	30	9/27	9/28	0.93	9/20	0.76	0.17	
1999/6/29-30	138	96	6/30	6/30	1.13	6/28	0.74	0.39	
1999/9/20-24	168	87	9/22	9/23	0.92	9/19	0.74	0.18	
2000/9/11-12	161	89	9/11	9/12	1.11	9/7	0.62	0.49	
2002/8/14-15	123.5	103.5	8/14	8/20	0.78	8/13	0.67	0.11	

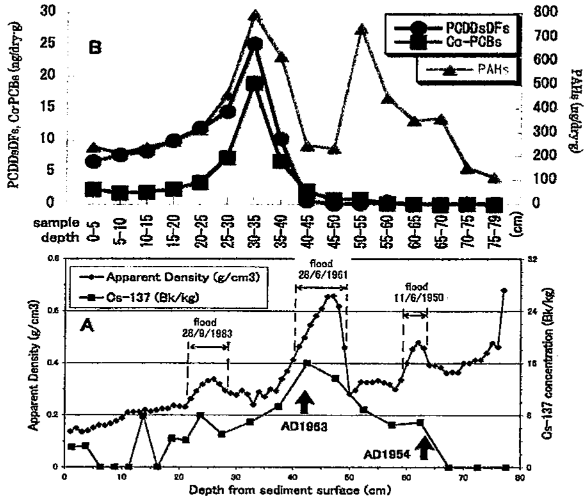

Fig.3 Identification of flood sediments and concentration profiles of organic pollutants in the cored sediment on 1 August 2003. (From Ikenaka et al., in contribution)

Fig. 3B では深度 40～50cm において PAHs が大きく落ち込んでいることが特異である．その層準は見かけ密度が高い層準に当たっており (Fig. 3A)，洪水によって岩石・鉱物粒子が多量に混入したことによる希釈効果と見ることができる．同じ効果は Co-PCB や PCDDsDFS にも影響しているはずである．同様の希釈効果は，深度 22～26cm および深度 59～63cm 付近における濃度の抑制として表れているように見える (Fig. 3B)．

有害有機物量の経年的変化を把握するためには，まず分析された堆積物の詳しい年代を知る必要がある．Fig. 3A に示した範囲がそれぞれ洪水堆積物であるとし，それ以外の部分は一定の割合で堆積したものと仮定すると，各深度を年代に置き換えることができる．すなわち，堆積物表面を 2003 年 8 月 1 日に，深度 22～28cm を 1983 年 9 月 28 日の洪水に，深度 40～49cm を 1961 年 6 月 28 日の洪水に，深度 59～62cm を 1950 年 6 月 11 日の洪水に対応させ，基準層準の間では一定の堆積速度とすることで，試料 1cm 分ごとにその下限（平均または上限）の年代を知ることができる．

Fig. 3B に示したように，ダイオキシン類や PAHs などの濃度は 5 cm 毎に測定したもので，それぞれの区間の平均値である．その濃度に各年の堆積量（堆積速度）を掛けると，年ごとの沈積量が計算できる．その結果を Table 2 に示した．堆積速度と濃度が同じである結果として，同じ堆積量の年が続くのでそれらはまとめて表示した．また，洪水堆積物が含まれる区間では洪水以外の堆積物も平均化された濃度として測定されているため，希釈の影響を受けている．そのため，洪水堆積物の前後の年代では，年間の堆積量が極端に小さくなるという計算結果となっている．分析間隔による制約が原因で，本来はもっと高い値を持っていたものと推定される．このような要素を考慮すると，通常の堆積物では，PAHs は 1940 年代から 100ng/cm^2/year 程度に増加し，1950 年代後半から 1980 年頃まで 150ng/cm^2/year 以上の高い値を持ち，1980 年代以降も 40～50ng/cm^2/year 程度の値を維持しているものと考えられる．同様に，Co-PCB は 1950 年代後半から 0.2ng/cm^2/year 程度の濃度で確認されはじめ，60 年～80 年の間は 1.0～3.0ng/cm^2/year 程度の高い値をもち，1980 年代以降も 0.4～0.5ng/cm^2/yea の値を保っている．また他のダイオキシン類も同様な増減経過をたどっている．ちなみに，PCB は 1974 年に新たな製造と使用が禁止されている．

一方，洪水時の堆積物についてみると（Table 2 下段），濃度は低いが，絶対量としては多量の汚染物質を堆積させていることがわかる．測定した範囲でみれば，全堆積量の 5 分の 1 程度が洪水時のごく短い期間に一気に運ばれ，沈積していることになる．

Table 2 Annual inputs of dioxins and PAHs into the center of Lake Suwa (From Ikenaka et al., in contribution)

age	PCDDs/DFs ng/cm²/yr (pg-TEQ)	co-PCBs ng/cm²/yr (pg-TEQ)	PAHs ng/cm²/yr (pg-TEQ)
2000-2003	1.27 (6.75)	0.44 (0.25)	46 (2.96)
1995-1999	1.46 (4.47)	0.34 (0.35)	40 (2.42)
1990-1994	1.58 (4.36)	0.36 (0.35)	46 (2.44)
1984-1989	1.91 (4.98)	0.45 (0.44)	50 (2.25)
1983	0.37 (0.83)	0.10 (0.09)	10 (0.36)
1980-1982	0.85 (1.87)	0.43 (0.29)	27 (0.90)
1971-1979	4.04 (7.22)	3.05 (1.04)	127 (3.62)
1961-1970	1.64 (3.49)	1.08 (0.11)	99 (2.80)
1960	0.00 (0.04)	0.02 (0.01)	6 (0.21)
1954-1959	0.06 (0.72)	0.20 (0.09)	177 (5.39)
1950-1953	0.06 (0.43)	0.02 (0.02)	108 (2.06)
1947-1949	0.01 (0.10)	0.00 (0.00)	31 (1.09)
1939-1946	0.02 (0.44)	0.01 (0.02)	87 (2.99)
1930-1938	0.06 (0.47)	0.02 (0.01)	37 (1.81)
1923-1929	0.02 (0.38)	0.00 (0.02)	27 (1.76)
flood (1983)	19.06 (42.53)	7.38 (5.57)	552 (19.34)
flood (1961)	0.76 (4.08)	2.74 (0.81)	457 (15.59)
flood (1950)	0.24 (2.13)	0.11 (0.09)	422 (14.72)
average	1.30 (3.25)	0.71 (0.31)	88 (3.09)
total(ng)(pg-TEQ)	109 (273)	59 (26)	7381 (260)

Annual deposition flux was calculated using concentration of these substances and sedimentation rate in each section. TEQ (PCDDs/DFs, co-PCBs) were calculated using the WHO-TEFs for human (WHO, 1997). TEQ (PAHs) were calculated using the TEFs Till *et al.* (1999) proposed (1.00, 6.17E-8, 9,25E-8, 2.22E-6, 5.61E-6, 2.03E-4, 3.52E-5, 2.12E-5, 5.80E-5, 1.17E-4 and 9.25E-8 for 2,3,7,8-TCDD, Ace, Flu, BaA, Chr, BkF, BbF, BaP, IDP, DBahA and BghiP).

汚染物質流入量の経年的変化や洪水堆積物の影響を正確に評価するためには，堆積の単位を明確に認識して，洪水堆積物と通常の堆積物とを区別して分析することが必要である．均質であるのか否か，どの層準に不均質部があるのか，その不均質さの原因は何か，といった点に対する留意が重要である．そのような区別の手がかりとして，1)半裁した断面で岩相を確認すること，2）含水率を測定して見かけ密度をもとめること，3）軟エックス線写真をとること，などが有効である．これらの指標の測定は，化学分析などに較べれば簡単におこなうことができるものであり，事前検査の一環として行うことが必要である．特に，公文ほか（2004）でも指摘したように，見かけ密度は簡単に測定でき．かつ様々な情報を暗示する有効な指標であることを強調したい．

謝辞：本研究には，筑波大学福島武彦教授らとの共同の調査（試料採取）によって得られた試料を使った．また，福島教授らによって測定された ^{137}Cs などの分析値を利用させて頂いた．また，柱状試料の記載と分取に当たっては，信州大学大田みづき氏と木勢佳緒里氏の協力をえた．これらの方々に感謝するしだいである．

文　献

Hayashi, H., 1983, Studies on the dynamics of heterotrophic bacterial populations in lacustrine bottom sediments of shallow eutrophic lakes. *Tokyo Metropolitan University*

Ikenaka, Y., Eun, H., Watanabe, E., Kumon, F. and Miyabara, Y, in contribution, Estimation of sources and inflow of Dioxins and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from the sediment core of Lake Suwa, Japan. *Envirinmental Pollution.*

公文富士夫・田原敬治・山本雅道，2004，信州，木崎湖における最近の堆積物の年代と堆積速度．信州大学山地水環境教育研究センター研究報告，no.3, 77-85.

Till, M., Riebniger, D., Schmitz, H. J., Schrenk, D., 1999, Potency of various polycyclic aromatic hydrocarbons as inducers of CYP1A1 inrat hepatocyte cultures. *Chem. Biol. Interact.*, 117, 135-150.