รายการอ้างอิง

กานดา พูนลาภทวี. สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

เกษม จันทร์แก้ว และนิพนธ์ ตั้งธรรม. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2517.

ธรรชัย เกรียงไกรอุดม. การศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

คณะอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5.กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

จรมัน ว่องวิทย์. การรับโลหะหนักของหอยแมลงภู่ (Perna viridis (Lin.)) ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

จิระ จตุรานนท์. การกระจายตามแนวดิ่งของโลหะบางชนิดในดินตะกอนจากอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2526.

จริยา สุจารีกุล. การวิเคราะห์ทางเคมีของดิน. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ "สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์". ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

นัทธีรา ปรีชาหาญ. Chemical Speciation of Metal in Natural Waters. รายงานสัมมนา 1 (275-701). สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

บวร ไชยษา. ความเข้มข้นของแมงกานีส แคดเมียมและตะกั่วในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

พฤกษวรรณ เจตนจันทร์. ปริมาณโลหะหนักในน้ำขุมเหมืองอายุต่างๆ กันท้องที่อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

พิชาญ สว่างวงศ์. การศึกษาการกระจายของสารตะกั่วและปรอทบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มกราคม 2528.

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม,กอง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการเรื่องแคดเมียม. กรุงเทพมหานคร : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530.

มาลี เลาสุทแสน. สารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. การจัดการขยะมูลฝอยและสารพิษ. ใน ประมวลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของไทย. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, กุมภาพันธ์ 2531. หน้า 245-247

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย. เอกสารเผยแพร่การสัมมนาครั้งที่ 4. กรกฎาคม 2530.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยคณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาวิเคราะห์สารพิษ. คู่มือการเก็บและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องสารพิษ งานสารพิษ, 2530.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. ดินของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรกฎาคม 2533.

ศิรินา อารยรุ่งโรจน์. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำชี. กรุงเทพมหานคร: โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530 (อัดสำเนา)

Bautista, M. B. Nutrient Release from Lake Sediments.Master's Thesis, Department of Environmental Engineering AIT, 1983.

Chicago University. Mercury.Encyclopedia Britannica (Macropedia),1981.

D'Itri, Frank M. Mercury in the Aquatic Ecosystem. In Glass,Gary E (ed.), Bioassay Techniques and Environmental Chemistry, pp. 2-65. Michigan: Ann Arbor Science Publishers Inc., 1975.

D'Itri, P.A. and D'itri, F.M. Mercury Contamination. 311p. New York: John Wiley & Sone, Inc., 1977.

Douglas M. Heavy Metals. Van Nostrand's Scientific Encyclopedia (considine 7).5th ed.New York: Van Nostrand Reinhold Co.,1976: pp.2370

EPA. Water-Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants. Vol.1. United States Environmental Protection Agency, 1979.

Fulkerson, W. Goeller, H.E., Gailar, J.S. and Copenhaver, E.D. "Cadmium" the Dissipated Element. Osk Ridge Laboratory, 1973.

Krenkel, P.A. Heavy Metal in the Aquatic Environment.New York:Pergomon Press, 1975.

Lars Priberg et al. Cadmium in Environment. 2nd ed. Ohio: CRC Press, Inc., 1976.

_____. Mercury in Environment. Ohio: CRC Press, 1976.

Nuthukumaraswamy, M. Investigation of Cadmium Transport Machanisms in Soil. Master's Thesis, AIT, 1988.

Oliver, B.G. Heavy Metal Level of Ottawa and Ridean River Sediments. Environment. Contam. Toxicol. 24(1973): pp. 828-833

Oschwald, W.R. Sediments-Water Interactions. J.Environ. Quality. 1(4): pp. 360-366, 1972.

Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. Method of Soil Analysis (Part 2).2nd ed. Soil Science Society of America, Inc., 1984.

Polprasert. Heavy Metal Pollution in the Chao Phraya River Estuary, Thailand. Water Res. 16(1980): pp. 775-785

Refeal Paroo et al. Heavy Metal from Sediment in Pisuerag River. IAWPRC water research. 24(1990): pp. 373-375

Reimer, R.S. and Krenkel, P.A. The Kinetics of Mercury Adsorption and Desorption in Sediments. J. water poll. control fed. 46(2): pp. 352, 1974.

Solomons, W. and Forstner, U. Metals in the Hydrocycle. New York: Springer-Verlag, 1984.

Swaine, D.J. and Michell, R.L. Trace-Element Distribution in Soil Profiles. J. Soil Science. 11(1960): pp. 347-368

Teraoka, H. and Ogawa, M. Behavior of Elements in the Takahashi, Japan River Basin. J. Environ. Qual. 13(1984): pp. 453-459

Thapanandana, T. The Contamination of Mercury,Cadmium and Manganese in Leachate from Solid Waste Disposal Sites of Bangkok Metropolitan Administration. Master's Thesis, Chulalongkorn University, 1993.

Waldichuk, M. Some Biological Concerns in Heavy Metals Pollution. In Vernberg F.J. and Vernbery W.B. (ed). pp. 72-80. Pollution and Physiology of Marine Organisms. Academic Press, London, 1974.

Warren, H.V., Delavanlt, R.C. and Barakso, J. Some Observation on the Geochemistry of Mercury as Applied to Prospecting, Econ. Geol. 61(1966).

WHO. Environmental Health Criteria 17: Manganese. Geneva: World Health Organization, 1981.

Yamagata, N. and Shigematsu, I. Cadmium Pollution in Prespective. Bulletin Institute Public Health 19. 1(1970).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 แสดงค่าปริมาณสารปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมในดินตะกอน และค่าตัวแปรอื่นๆของตัวอย่างจากสถานีเก็บตัวอย่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม. ในเดือนพฤษภาคม 2535

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (µg/g)	แคดเมียม (µg/g)	แมงกานีส (µg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
1	1	0.944	0.6	268	7.1	7.95	39.5	39	27	34	clay loam
	2	0.372	ND	206	5.7	2.85	28.5	18	28	54	clay
	3	0.610	ND	160	5.3	2.58	27.0	12	38	50	clay
	4	0.566	ND	162	5.8	1.63	27.8	28	29	43	clay
	5	1.024	ND	170	5.9	2.31	24.2	11	32	57	clay
	6	0.508	ND	250	5.6	4.01	27.2	22	26	52	clay
	7	0.140	ND	230	5.8	3.06	27.2	21	22	47	clay
	8	0.230	ND	160	5.6	2.58	27.8	14	30	56	clay
	9	0.408	ND	288	5.5	2.72	25.2	12	37	51	clay
	10	0.110	ND	190	5.9	1.36	20.5	16	29	55	clay
2	1	4.200	0.6	226	7.0	22.42	40.0	11	37	52	clay
	2	0.496	ND	186	6.6	9.24	28.5	19	28	53	clay
	3	0.286	ND	144	6.5	9.10	27.0	17	28	55	clay
	4	0.444	ND	128	6.8	9.65	26.9	20	33	47	clay
	5	0.458	ND	162	6.8	11.21	25.3	11	32	57	clay
	6	0.076	ND	240	6.6	8.97	27.5	21	32	47	clay
	7	0.396	ND	178	6.8	8.63	27.2	21	32	47	clay
	8	0.178	ND	240	6.8	9.24	27.8	14	30	56	clay
	9	0.090	ND	552	6.9	6.05	25.2	12	37	51	clay
	10	1.582	ND	298	7.1	13.52	20.5	16	29	55	clay

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 (ต่อ)

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
	1	3.110	0.4	258	7.1	21.26	40.1	11	37	52	clay
	2	0.362	ND	204	6.4	14.00	28.9	18	28	54	clay
	3	0.292	ND	180	6.3	8.21	28.1	17	28	55	clay
	4	0.346	ND	216	6.7	3.41	27.1	20	33	47	clay
3	5	0.834	ND	158	6.6	8.50.	25.5	11	32	57	clay
	6	0.728	ND	180	6.8	19.50	27.7	21	32	47	clay
	7	0.480	ND	172	6.9	8.63	27.2	21	32	47	clay
	8	0.120	ND	426	6.7	19.50	27.8	14	30	56	clay
	9	0.072	ND	196	6.5	3.95	25.4	12	37	51	clay
	10	0.448	ND	288	6.8	8.63	20.5	16	29	55	clay

ND = non-detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก2 แสดงค่าปริมาณสารปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมในดินตะกอน และค่าตัวแปรอิสระทุกสถานีเก็บตัวอย่าง จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช กทม. ในเดือนกรกฎาคม 2535

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
1	1	4.840	ND	444	7.2	0.48	41.7	47	33	20	sandy loam
	2	0.360	ND	254	5.6	0.68	29.5	9	31	60	clay
	3	0.982	ND	216	5.4	6.05	31.7	16	29	55	clay
	4	0.574	ND	216	6.1	9.04	27.5	18	28	54	clay
	5	0.520	ND	364	5.8	4.55	27.8	13	32	55	clay
	6	0.428	ND	230	5.4	8.56	26.3	10	32	58	clay
	7	0.264	ND	272	5.9	4.89	26.3	12	31	57	clay
	8	0.124	ND	278	5.6	5.64	28.3	18	29	53	clay
	9	0.122	ND	320	5.5	5.16	28.1	22	27	51	clay
	10	0.102	ND	324	5.8	5.50	26.7	21	28	51	clay
2	1	1.130	ND	388	7.1	0.41	23.5	47	32	21	sandy loam
	2	0.428	ND	248	5.4	3.06	26.2	10	30	60	clay
	3	0.510	ND	184	5.3	5.84	26.5	16	29	55	clay
	4	8.0×10^{-3}	ND	198	6.1	5.03	26.8	18	28	54	clay
	5	0.346	ND	266	5.5	5.77	21.8	13	32	55	clay
	6	0.010	ND	310	5.9	3.87	26.8	10	32	58	clay
	7	0.340	ND	360	5.5	4.14	25.0	12	31	57	clay
	8	0.170	ND	266	5.7	5.16	28.2	18	29	58	clay
	9	0.050	ND	266	5.7	6.73	28.6	22	27	51	clay
	10	0.024	ND	318	5.8	7.81	26.4	21	28	51	clay

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค2 (ต่อ)

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
	1	0.036	ND	282	7.1	3.53	23.5	47	32	21	sandy loam
	2	0.014	ND	462	5.8	1.09	26.2	10	29	61	clay
	3	0.014	ND	234	5.9	3.40	26.5	16	29	55	clay
	4	0.014	ND	192	6.6	4.28	26.8	18	28	54	clay
3	5	0.012	ND	232	5.7	8.56	21.7	13	32	55	clay
	6	0.012	ND	330	5.5	5.84	26.8	10	32	58	clay
	7	$4.0x10^{-3}$	ND	382	5.4	6.45	25.1	12	31	57	clay
	8	$8.0x10^{-3}$	ND	258	5.7	7.00	28.3	18	29	58	clay
	9	$4.0x10^{-3}$	ND	370	5.6	7.68	28.6	22	27	51	clay
	10	$6.0x10^{-3}$	ND	358	5.7	9.17	26.4	21	28	51	clay

ND = non-detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก3 แสดงค่าปริมาณสารปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมในดินตะกอน และค่าตัวแปรอื่นๆของตัวอย่างจากสถานีต่างๆในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบ กทม. ในเดือนมิถุนายน 2535

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
1	1	0.026	ND	288	7.4	1.42	22.3	25	31	44	clay
	2	0.144	ND	1380	7.9	15.35	27.1	57	30	13	sandy loam
	3	0.024	ND	138	6.4	1.02	23.8	26	23	41	clay
	4	0.034	ND	144	7.0	2.97	25.5	28	32	40	clay
	5	0.054	ND	254	7.1	5.64	23.4	21	34	45	clay
	6	0.112	ND	576	7.1	4.46	27.8	18	35	47	clay
	7	0.116	ND	190	7.2	4.27	27.8	18	35	47	clay
2	1	0.530	ND	512	7.4	6.66	21.4	25	31	44	clay
	2	0.898	ND	586	7.8	4.08	26.4	57	30	13	sandy loam
	3	0.036	ND	114	8.2	0.68	23.8	26	33	41	clay
	4	0.216	ND	210	7.2	3.05	25.4	28	32	40	clay
	5	0.090	ND	190	6.6	13.93	23.4	21	34	45	clay
	6	0.068	ND	1080	6.7	3.85	27.8	18	35	47	clay
	7	0.112	ND	188	6.5	4.89	27.6	18	25	47	clay

ตารางที่ ก3 (ต่อ)

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
	1	1.084	ND	170	6.6	3.40	23.0	25	31	44	clay
	2	1.142	ND	930	7.7	11.00	29.7	55	30	15	sandy loam
	3	0.078	ND	280	8.0	0.53	22.4	26	33	41	clay
3	4	0.094	ND	196	7.2	1.90	26.2	28	22	40	clay
	5	0.142	ND	414	7.2	10.12	24.9	21	34	45	clay
	6	0.516	ND	426	7.3	1.02	28.1	18	35	47	clay
	7	0.184	ND	174	6.6	3.13	28.0	18	35	47	clay

ND = non-detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 แสดงค่าปริมาณสารปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมในดินละลน และค่าด่างปรัสสะทุกสถานีเก็บตัวอย่าง จากสถานกำจัดขยะฝอยหนองแขม กทม. ในเดือนสิงหาคม 2535

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (µg/g)	แคดเมียม (µg/g)	แมงกานีส (µg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
1	1	1.078	ND	385.6	7.4	7.01	19.4	20	33	47	clay
	2	1.606	ND	569.8	8.0	9.99	13.4	56	31	13	sandy loam
	3	0.094	ND	178.4	6.4	0.14	23.7	24	32	44	clay
	4	0.132	ND	212.8	7.1	3.16	24.4	25	33	42	clay
	5	0.070	ND	398.4	7.2	1.92	15.0	19	34	47	clay
	6	0.150	ND	187.8	7.1	6.11	26.5	16	35	49	clay
	7	0.060	ND	207.0	6.8	3.30	26.0	17	35	48	clay
2	1	0.544	ND	450.4	7.2	7.01	19.4	26	33	41	clay
	2	0.734	ND	1048.0	7.9	10.43	13.4	60	25	15	sandy loam
	3	0.050	ND	209.4	6.8	1.85	23.4	28	27	45	clay
	4	0.054	ND	217.4	6.9	4.80	23.6	22	38	40	clay
	5	0.076	ND	310.4	7.0	0.27	13.8	49	23	28	sandy clay lo
	6	0.074	ND	202.2	7.4	6.18	26.6	32	29	39	clay loam
	7	0.082	ND	185.0	6.9	4.60	23.6	27	29	44	clay

ตารางที่ ก4 (ต่อ)

ครั้งที่	สถานี	ปรอท (µg/g)	แคดเมียม (µg/g)	แมงกานีส (µg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	CEC (me./100g.soil)	%SAND	%SILT	%CLAY	เนื้อดิน
	1	0.716	ND	411.8	7.7	7.00	19.4	21	33	46	clay
	2	0.700	ND	560.8	8.1	7.00	13.4	59	23	18	sandy loam
	3	0.118	ND	492.8	6.5	1.37	23.4	29	27	44	clay
3	4	0.284	ND	208.4	7.2	3.91	23.6	22	37	41	clay
	5	0.040	ND	521.8	7.2	0.27	13.8	49	27	24	sandy clay loa
	6	0.104	ND	152.4	7.5	5.63	26.5	32	29	29	clay loam
	7	0.016	ND	181.6	6.9	2.61	25.1	27	29	44	clay

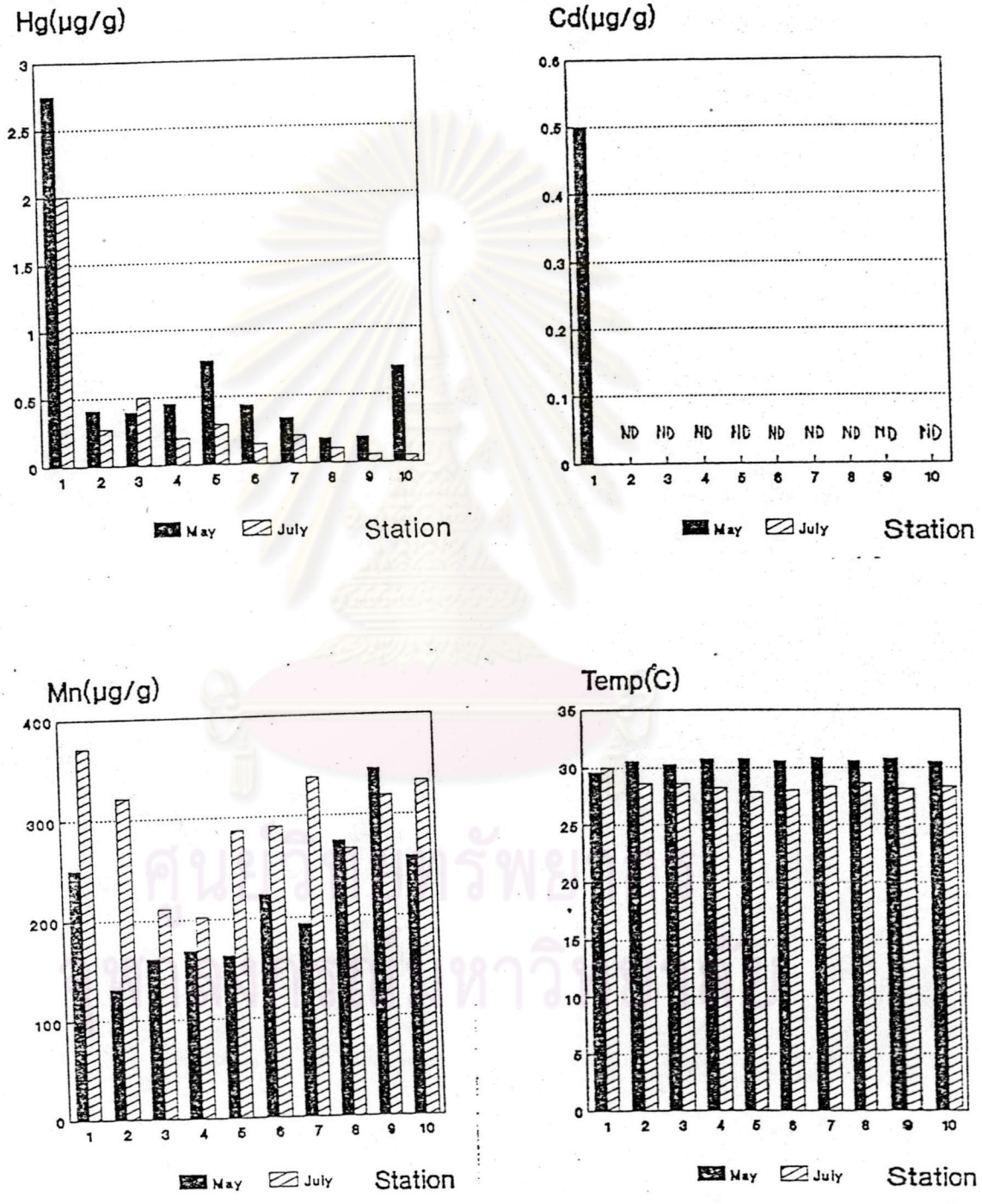
ND = non-detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

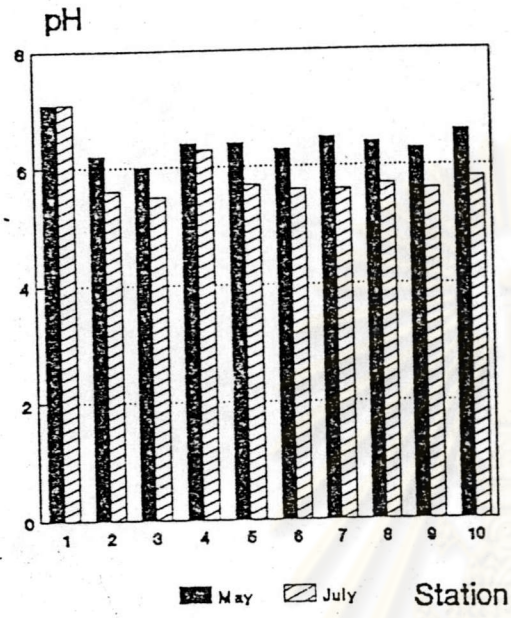
ตารางที่ก5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณปรอท แคดเมียม และแมงกานีสในดินตะกอน บริเวณสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และแหล่งน้ำใกล้เคียง ในเดือนมกราคม 2535 (Preliminary Test)-

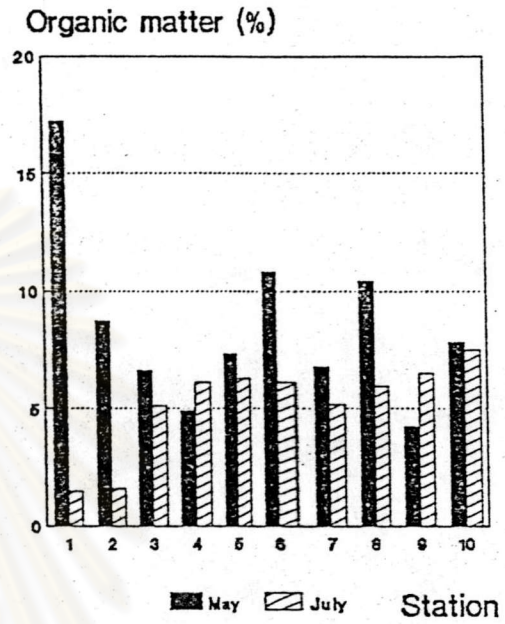
พารามิเตอร์ สถานี	ปรอท (μg/g)	แคดเมียม (μg/g)	แมงกานีส (μg/g)	pH (1:1)	อินทรียสาร (%)	เนื้อดิน
1	3.390	ND	341.1	6.5	15.95	Organic Soil
2	0.736	ND	167.7	6.6	6.76	Clay
3	0.124	ND	216.8	6.4	10.41	Clay
4	0.198	ND	178.4	6.7	6.49	Clay
5	0.118	ND	177.5	6.7	6.62	Clay
6	0.261	ND	294.4	6.8	7.12	Clay
7	0.222	ND	156.3	7.0	7.10	Clay
8	0.130	ND	280.4	7.1	6.42	Clay
9	0.198	ND	323.3	7.1	7.10	Clay
10	0.164	ND	314.7	6.8	7.18	Clay

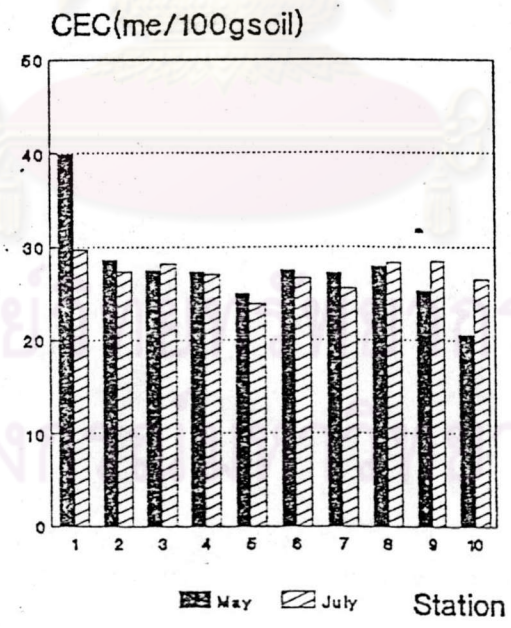
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



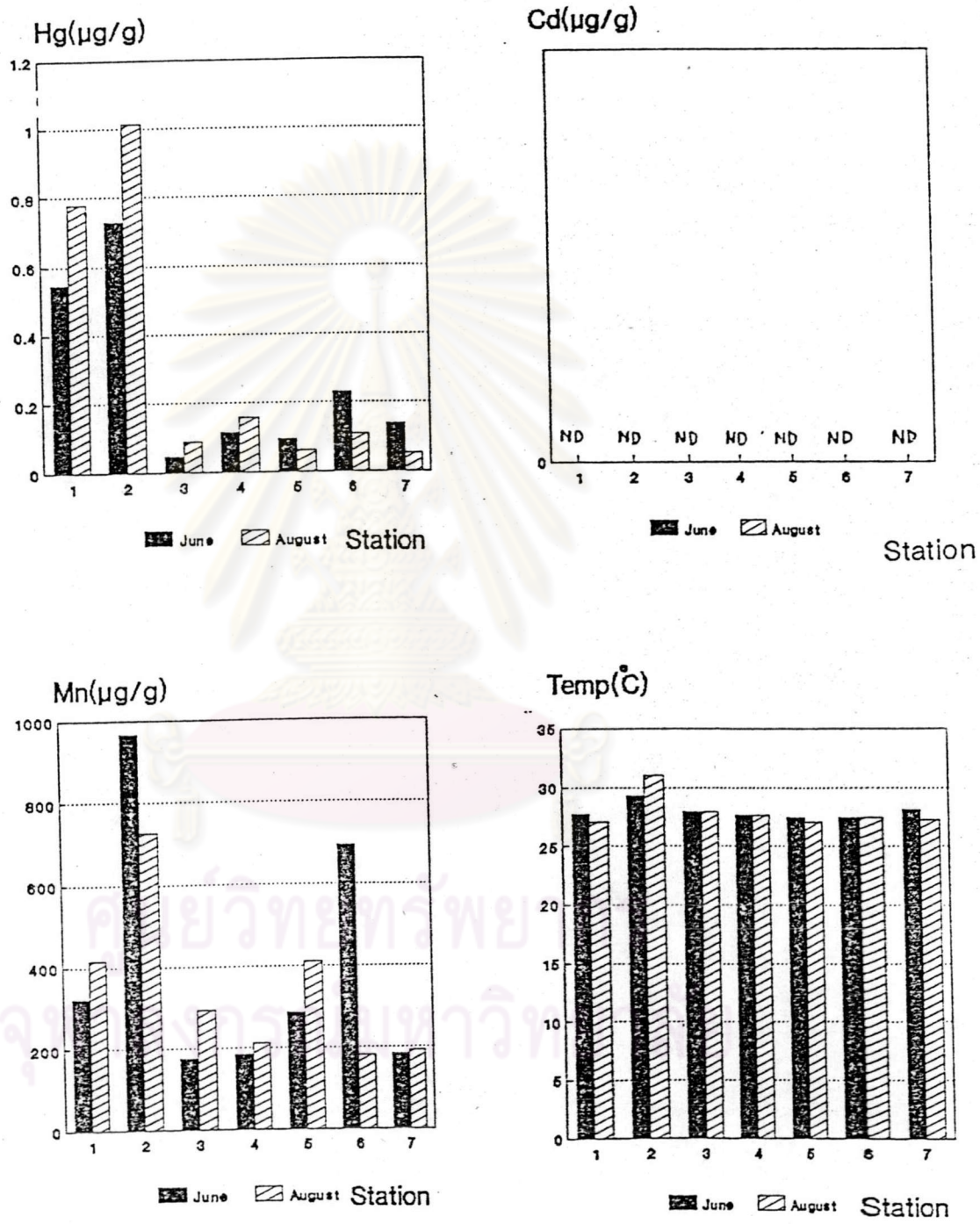
รูปที่ ก1 แสดงปริมาณปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมเฉลี่ยในดินตะกอนและพารามิเตอร์ต่างๆ ทุกสถานี จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียง


pH
8
6
4
2
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
May
July
Station

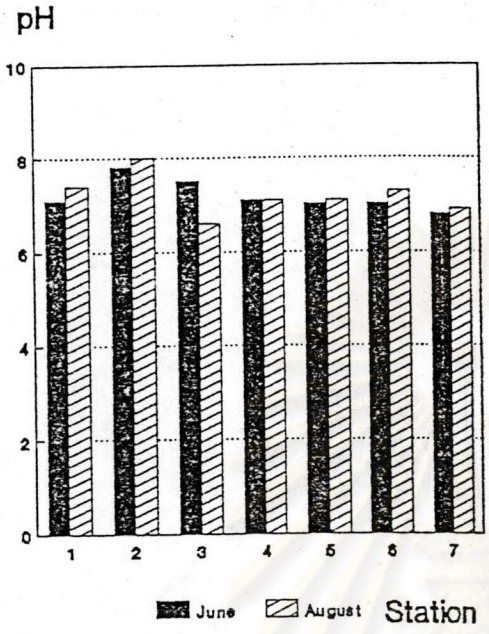

Organic matter (%)
20
15
10
5
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
May
July
Station

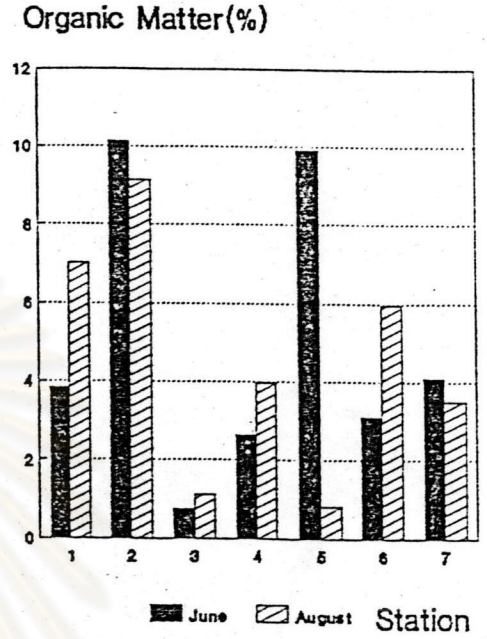

CEC(me/100gsoil)
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
May
July
Station

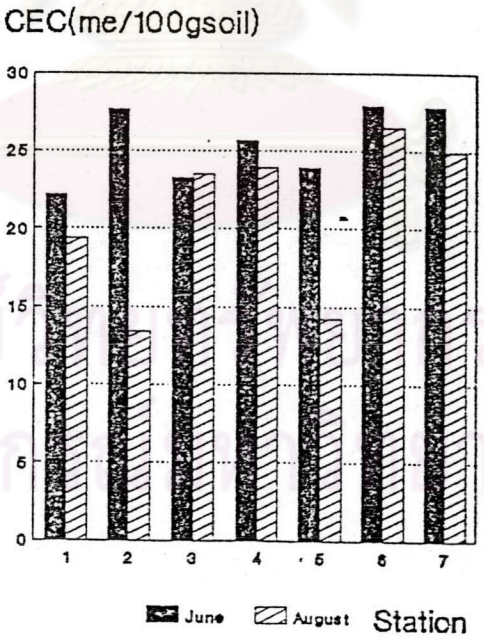
รูปที่ ก1 (ต่อ)



รูปที่ ก2 แสดงปริมาณปรอท แคดเมียม แมงกานีสรวมเฉลี่ยในดินตะกอนและพารามิเตอร์ต่างๆ ทุกสถานี จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม และบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียง


pH
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
6
7
June
August
Station


Organic Matter(%)
12
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
6
7
June
August
Station


CEC(me/100gsoil)
30
25
20
15
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
June
August
Station

รูปที่ ก2 (ต่อ)

ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\Sigma x}{N}$$

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

Σx = ผลรวมของตัวอย่าง

N = จำนวนตัวอย่าง

2. การหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$\text{สูตร } S.D. = \frac{\Sigma(x-\bar{X})^2}{N-1}$$

S.D. = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation)

$$\text{สูตร } R.S.D. = \frac{S.D. \times 100\%}{X}$$

R.S.D. = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์วาเรียนส์ (Analysis of Variance)

4.1 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารปรอทรวม, เฉลี่ยในดินตะกอนตลอดลำน้ำ จากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานี รวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

สมมติฐาน H_o : $\bar{X}_1 = \bar{X}_2 = ... = \bar{X}_{10}$

H_1 : $\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \neq .... \neq \bar{X}_{10}$

$\bar{X}_1$-$\bar{X}_{10}$ = ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม, เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่าง 1-10

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square of samples means}}{\text{Mean square of individual}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมของสถานีเก็บตัวอย่าง 1-10 ไม่แตกต่างกัน

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม ของสถานีเก็บตัวอย่าง 1-10 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.2 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมรวม เฉลี่ยในดินตะกอนตลอดลำน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานีรวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผลทำนองเดียวกับ 4.1

4.3 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสรวม เฉลี่ยในดินตะกอนตลอดลำน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานีรวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผลทำนองเดียวกับ 4.1

4.4 เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณสารปรอทรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 7 สถานีรวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน H_o : $\bar{X}_1 = \bar{X}_2 = ... = \bar{X}_7$

H_1 : $\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \neq .... \neq \bar{X}_7$

$\bar{X}_1-\bar{X}_7$ = ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมเฉลี่ยในดินตะกอน จากสถานีเก็บตัวอย่าง 1-7

ทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square of samples means}}{\text{Mean square of individual}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_0) หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมของสถานีเก็บตัวอย่าง 1-7 ไม่แตกต่างกัน

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมของสถานีเก็บตัวอย่าง 1-7 มีค่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.5 เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณแคดเมียมรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 7 สถานีรวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 4.4

4.6 เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณแมงกานีสรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 7 สถานีรวม 2 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 4.4

5. การวิเคราะห์ Student's t-test

5.1 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารปรอทรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานี ในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

สมมติฐาน $H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$

$H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Student's t-test แบบสองทาง (two-tailed test)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{(n_1+n_2)-2}\left(1/n_1+1/n_2\right)}}$$

$\bar{X}$ = ปริมาณเฉลี่ยของสารปรอทรวมในแต่ละเดือน (พฤษภาคม, กรกฎาคม) ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละเดือน (พฤษภาคม, กรกฎาคม)

S^2 = ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (ค่าวาเรียนส์)

$$= \frac{\Sigma(x-\bar{X})^2}{n-1}$$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม ระหว่างเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมไม่แตกต่างกัน

ถ้า t คำนวณมากกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_i) หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม ระหว่างเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

5.2 เพื่อทดสอบปริมาณความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานีในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 5.1

5.3 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานีในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 5.1

5.4 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารปรอทรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานี

เก็บตัวอย่างรวม 7 สถานีในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน $H_o : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$

$H_i : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Student's t-test แบบ 2 ทาง (two-tailed test)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_2^2 + (n_2-1)S_2^2(1/n_1+1/n_2)}{(n_1+n_2)-2}}}$$

$\bar{X}$ = ปริมาณเฉลี่ยของสารปรอทรวมในแต่ละเดือน (มิถุนายน, สิงหาคม) ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละเดือน (มิถุนายน, สิงหาคม)

S^2 = ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (ค่าวาเรียนส์)

$$= \frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{n-1}$$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม ระหว่างเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคมไม่แตกต่างกัน

ถ้า t คำนวณมากกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวม ระหว่างเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

5.5 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างรวม 7 สถานี ในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสรวม เฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานี เก็บตัวอย่างรวม 7 สถานี ในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 5.4

5.7เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณปรอทรวมเฉลี่ยในดินตะกอนกับในน้ำชะมูลฝอย จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช, จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน $H_o : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$

$H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Student's t-test แบบ 2 ทาง (two-tailed test)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_2^2 + (n_2-1)S_2^2(1/n_1+1/n_2)}{(n_1+n_2)-2}}}$$

$\bar{X}_1$ = ปริมาณปรอทเฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

$\bar{X}_2$ = ปริมาณปรอทเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอยจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

n_1, n_2 = จำนวนตัวอย่างในดินตะกอนและในน้ำชะมูลฝอยจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช

S^2 = ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (ค่าวาเรียนส์)

$$= \frac{\Sigma(x-\bar{X})^2}{n-1}$$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมในดินตะกอนกับในน้ำชะมูลฝอยไม่แตกต่างกัน

ถ้า t คำนวณมากกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าค่าเฉลี่ยของสารปรอทรวมในดินตะกอนกับในน้ำชะมูลฝอย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

5.8 เพื่อทดสอบความแตกต่างของแมงกานีสในดินตะกอน กับในน้ำชะมูลฝอยจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช, จากสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 5.7

6. การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression)

6.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารปรอทรวมในดินตะกอนกับตัวแปรอิสระ (pH, อินทรียสาร และ CEC) ตลอดลำน้ำในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่างทั้งสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชและสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์เป็น 5 รูปแบบคือ

ก. Linear regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงเส้น

สมการ $y = A + Bx$

โดยที่ $B = \dfrac{n.\Sigma xy - \Sigma x.\Sigma y}{n.\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$

$A = \dfrac{\Sigma y - B\Sigma x}{n}$

$R = \dfrac{n.\Sigma xy - \Sigma x.\Sigma y}{\sqrt{(n.\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)(n.\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}}$

y = ปริมาณสารปรอทรวม

x = ค่าของตัวแปรอิสระ

B = ค่าความลาดชัน (slope)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A = จุดตัดแกน y (y-intercept) หรือค่าคงที่

R = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ข. Logarithmic regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงของ logarithmic

สมการของ log ฐาน 10, $y = A + B \log x$

log ฐาน e, $y = A + B \ln x$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของตัวแปรอิสระ (x) เป็น log x หรือ ln x เสียก่อน

ค. Exponential regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรตามแปรผันในเชิงของ Exponential

สมการ $y = A.e^{B.x}$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าในสมการเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของปริมาณสารปรอท (y) เป็น ln y เสียก่อน

ง. Power regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามแปรผันในเชิงยกกำลัง

สมการ $y = A.x^{B}$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าในสมการเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของตัวแปรอิสระ (x) เป็น ln x และเปลี่ยนค่าปริมาณของสารปรอท (y) เป็น ln y ก่อน

ทดสอบระดับความเชื่อมั่นของสมการความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และความลาดชัน (B) โดยมีการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานของ R H_0 : R = 0

H_1 : R = 0

R = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารปรอทกับตัวแปรอิสระ

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square (จากการคำนวณค่าความถดถอย)}}{\text{Mean square (ค่าเบี่ยงเบนจากสมการถดถอย)}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_0) หมายความว่าปริมาณสารปรอทรวมในดินตะกอนไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าปริมาณสารปรอทรวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

สมมติฐานของความลาดชัน (B) H_0 : B = 0

H_1 : B $\neq$ 0

B = ค่าความลาดชันของสมการความสัมพันธ์

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-value

$$t = \frac{B}{S_B}$$

$$S_B = \sqrt{S^2yx/\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}}$$

$$S^2yx = \frac{[\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/N] - (B)(\Sigma xy - \Sigma x\Sigma y/N)}{N-2}$$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่าไม่มีความลาดชัน (เส้นขนานกับแกน x)

ถ้า t คำนวณมากกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าค่าความลาดชันเป็นจริงทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สามารถสร้างสมการเป็นจริงได้ ต้องพิจารณาค่า R และ B ประกอบกัน โดยที่การทดสอบด้วย F-value และ t-value ต้องยอมรับ H_1 ทั้ง 2 กรณี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์กันและสามารถสร้างสมการถดถอยที่เป็นจริงได้ที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

6.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียมรวมในดินตะกอนกับตัวแปรอิสระ (pH, อินทรียสาร และ CEC) ตลอดลำน้ำในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทั้ง 5 รูปแบบ ทำนองเดียวกับ 6.1

สมมติฐานและการทดสอบต่างๆ การวิเคราะห์และการสรุปผลเป็นเช่นเดียวกับ 6.1

6.3 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานีสรวมในดินตะกอนกับตัวแปรอิสระ (pH, อินทรียสาร และ CEC) ตลอดลำน้ำในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้ง 5 รูปแบบ ทำนองเดียวกับ 6.1

สมมติฐานและการทดลองต่างๆ การวิเคราะห์และการสรุปผลเป็นเช่นเดียวกับ 6.1

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วรรณพร แจ้งปิยะรัตน์ เกิดเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ.2510 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-เคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร เมื่อปี พ.ศ.2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย