รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2542. เบนซีน. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

นริศ ชาญโกเวทย์. 2536. การหาค่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มแทนที่ดิน(ชนิดแฟรงกี)ในดินจังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พาณิชย์, กระทรวง. 2535. ประกาศกระทรวงพาณิชย์ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) เรื่อง กำหนดคุณภาพของน้ำมันเบนซิน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพาณิชย์.

มณเฑียร กังศศิเทียม. 2533. กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์.

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2534. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

โรงงาน, กรม. 2536. การศึกษาความเหมาะสมในการในการจัดตั้งการศูนย์วิจัยและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงาน.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

American Society for Testing Materials. 1996. Standard Practice for Determination of Adsorptive Capacity of Activated Carbon by Aqueous Phase Isotherm Technique. D3860-89a, Annual Book of ASTM Standard, Section 15. V15.01

APHA, AWWA and WEF. 4500-H^+ B. Electrometric Method. Standard Methods For The

Examination of Water and Wastewater. 19th ed:4.65-4.69

Bedient, P. B., Rifai, H. S., and Newell, C. J. 1994. GroundwaterContamination:Transport and Remediation. New Jersey: Prentice-Hall.

Borden, R. C., Daniel, R. A., LeBrun IV, L. E., and Davis, C. W. 1997. Intrinsic biodegradation of MTBE and BTEX in a gasoline-contaminated aquifer. Water Resource Research. 33: 1105-1115.

Charbeneau J. Randall. 2000. Groundwater Hydraulics and Pollutant Transport. New Jersey: Prentice-Hall.

Chiou, C. T., Porter, P. E. and Schmedding, D. W. 1983. Partition Equilibria of Nonionic Compounds between Soil Organic Matter and Water. Environmental Science & Technology. 17:227-231.

Corseuil, H. X. and Weber Jr, W. J. 1994. Potentail Biomass Limitations on Rates of Degradation of Monoaromatic Hydrocarbons by Indigenous Microbes in Subsurface Soils. Water Resource. 28: 1415-1423.

Fortin, J., Jury, W. A. and Anderson, M. A. 1998. Dissolution of Trapped Nonaqueous Phase Liquids in Sand Columns. Journal of Environmental Quality. 27: 38-45.

Franzmann, P. D.,Robertson, W.J.,Zappia, L.R., and Davis, G. B. 2002. The role of microbial populations in the containment of aromatic hydrocarbons in the subsurface. Biodegradation. 13:65-78.

Kebbekus, B. B. and Mitra, S. 1998. Environmental Chemical Analysis. London: Thomson Science.

Kelly, W. R., Herman, J. S., and Mills, A. L. 1997. The geochemical effects of benzene,

toluene, and xylene (BTX) biodegradation. Applied Geochemistry. 12: 291-303.

Khemarath Osathaphan. 2001. Multi-metal equilibrium sorption and transport modeling for Copper, Chromium, and Arsenic in an Iron oxide-coated sand, synthetic groundwater system. Thesis. Oregon State University.

Knox, R. C., Sabatini, D. A., and Canter, L. W. 1993. Subsurface Transport and Fate Processes: LEWIS PUBLISHERS.

Misra Girish Chandra. 1993. Transport and fate of benzene in a saturated groundwater environment-Laboratory column study. Thesis. Asian Institutute of Technology.

Mohammed, N. and Allayla, R. I. 1997. Modeling transport and biodegradation of BTX compounds in saturated sandy soil. Journal of Hazardous Materials. 54:155-174.

Nielsen, P. H. and Christensen, T.H. 1994. Variability of biological degradation of aromatic hydrocarbons in an aerobic aquifer determine by laboratory batch experiments. Journal of Contaminant Hydrology. 15: 305-320

Patterson, B. M., Pribac, F.,Barber, C., Davis, G. B., and Gibbs, R. 1993. Biodegradation and retardation of PCE and BTEX compounds in aquifer from Western Australia using large-scale columns. Journal of Contaminant Hydrology. 14: 261-278

Philip, B. B., Hanad, S. R., and Charles, J. N. 1994. Groundwater Contaminant Transport and Remediation. New Jersey: Prentice-Hall.

Prommer, H., Bary, D. A. and Davis, G. B. 1999. A one - dimensional reactive multi - component transport model for biodegradation of Petroleum hydrocarbons in groundwater. Environmental Modelling & Software. 14: 213-223.

Renu Jailuk. 2002. Development of a QSAR model to predict soil organic carbon-water partition coefficients of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Thesis. Chulalongkorn University.

Schirmer, M. et al. 1999. Evaluation of Biodegradation and Dispersion as Natural Attenuation Processes of MTBE and Benzene at the Borden Field Site. Physics and Chemistry of the Earth. Part B. Hydrology, Oceans and Atmosphere. 24: 557-560.

Schwarzenbach, Rene P. and Westall John . 1981. Transport of Nonpolar Organic Compounds from Surface Water to Groundwater: Laboratory Sorption Studies. Environmental Science & Technology. 15: 1360-1367.

Wiedemier, T. H., Rifai, H. S., Newell C. J., and Wilson, J. T. 1999. Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface. John Wiley&Sons, Inc.

Xia Guoshou and Ball, W. P. 1999. Adsorption – Partitioning Uptake of Nine Low - Polarity Organic Chemicals on a Natural Sorbent. Environmental Science & Technology. 33:262-269.

Yerushalmi, L. and Guiot, S. R. 1998. Kinetics of biodegradation of gasoline and its hydrocarbon constituents. Apply Microbiology Biotechnology. 49: 475-481.

Zheng Zuoping , Aagaard Per and Breedveld Gijs D. 2002. Sorption and anaerobic biodegradation of soluble aromatic compounds during groundwater transport. 1. Laboratory column experiments. Environment Geology. 41: 922-932.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการศึกษาคุณสมบัติของดิน

๔๖

แบบที่ 3

รายงานผลการวิเคราะห์ดิน

ที่ กษ 0916/ 2241

วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

กลุ่มงานพัฒนาระบบวิเคราะห์ดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ชื่อ น.ส.วัสสา คงนคร ที่อยู่ 130/1 วัดคลองน้ำเจ็ด ต.พันเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง สถานที่เก็บ : ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ระยอง

Lab. No.	Lab. Soil No.	Sample No.	pH H_2O 1:1	LR[1] Kg/rai	EC[2] Ds/m	OM[3] %	Avai P[4] ppm	Avai K[5] ppm	Ca[5] ppm	Mg[5] ppm	Fe[6] ppm	Mn[6] ppm	Zn[6] ppm	Cu[6] ppm	CEC[7] $cmol_c kg^{-1}$				Texture	หมายเหตุ
1341	ก. 473	1				0.34														
	ผู้วิเคราะห์					อมรรัตน์														

วันรับตัวอย่าง.....

หมายเหตุ : 1 = Wooduff's method 2 = Soil H_2O (1:5) 3 = Walkley – Black method 4 = Bray II

5 = Am. acetate I N pH 7.0 extraction 6 = DTPA method 7 = NH_4^+ saturation and distillation

.....หัวหน้ากลุ่มงาน

.....หัวหน้ากลุ่มวิจัยเกษตรเคมี (แทน)

.....ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

(นางนวลศรี ทยาพัชร)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ภาคผนวก ข

ผลการศึกษาไอโซเทอมของการดูดซับเบนซีนบนผิวดินตัวอย่าง

ตารางที่ ข.1 ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับเบนซีนบนดิน 3 กรัม เป็นเวลา 60 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 10 20 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นของเบนซีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ปริมาณเบนซีนที่ถูกดูดซับ :x (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณดินที่ใช้ :m (กรัม)	ปริมาตรน้ำใต้ดินสังเคราะห์: V(ลิตร)	(x/m)V: q มก./ก.
ก่อนการทดลอง :Co	หลังการทดลอง :Ce				
10	7.81	2.20	3	0.01	0.0073
10	7.64	2.36	3	0.01	0.0079
10	7.94	2.06	3	0.01	0.0069
20	16.83	3.18	3	0.01	0.0106
20	16.56	3.44	3	0.01	0.0115
20	16.77	3.23	3	0.01	0.0108
50	41.90	8.10	3	0.01	0.0270
50	42.33	7.67	3	0.01	0.0256
50	42.04	7.96	3	0.01	0.0265
100	86.00	14.00	3	0.01	0.0467
100	85.00	15.00	3	0.01	0.0500
100	88.67	11.33	3	0.01	0.0378

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพ และอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยา

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ความเข้มข้นของเบนซีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		Blank
	1	2	3	1	2	
0	8.323	8.323	8.323	8.323	8.323	8.323
1	2.035	5.286	5.108	2.052	4.489	8.200
2	1.931	1.987	1.786	5.301	2.539	8.109
3	1.889	1.888	1.878	2.284	1.846	8.209
5	1.955	1.993	1.962	2.434	2.845	8.248
7	1.999	1.968	1.971	2.665	2.759	8.430
10	1.877	1.855	1.844	2.992	2.029	8.410
15	1.456	1.030	1.844	2.508	2.956	8.123
20	1.198	1.090	1.000	2.201	2.251	8.264
25	0.005	0.006	0.001	2.107	2.100	8.165

ตารางที่ ค.2 ค่าของพีเอช อุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้จากการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		
	pH	T (° C)	DO (mg/l)	pH	T (° C)	DO (mg/l)
0	6.60	30.00	6.90	6.60	30.00	6.90
1	6.53	32.60	4.16	6.36	32.70	6.70
2	6.56	30.70	5.00	6.53	30.90	6.50
3	6.51	33.30	3.22	6.54	33.20	6.40
5	6.60	31.80	3.44	6.65	32.80	6.32
7	6.71	28.20	2.70	6.69	26.70	6.38
10	6.64	31.10	3.03	6.70	31.20	6.50
15	6.69	31.10	3.02	6.70	31.20	6.54
20	6.74	31.10	3.00	6.70	31.20	6.35
25	6.60	31.80	3.18	6.75	31.80	6.45

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ความเข้มข้นของเบนซีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		Blank
	1	2	3	1	2	
0	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785
1	19.560	19.235	19.652	19.789	18.659	19.850
2	18.956	19.021	18.652	18.695	19.000	19.785
3	17.982	17.956	18.032	17.699	17.526	19.720
5	15.600	15.780	16.522	15.339	16.230	19.785
7	13.265	12.956	12.999	12.000	13.021	19.785
10	11.368	12.005	12.321	12.320	12.441	19.785
15	11.365	11.562	11.625	12.300	12.053	19.785
20	11.360	11.265	11.695	12.005	12.235	19.785
25	10.985	10.752	10.325	12.211	12.332	19.785
30	9.789	9.562	9.620	12.002	12.623	19.785
40	8.652	8.230	8.652	12.356	12.032	19.785
50	7.223	7.652	7.231	12.120	12.450	19.785
60	5.223	4.952	4.892	12.330	12.130	19.785
70	3.000	2.999	3.120	11.998	12.000	19.785

ตารางที่ ค.4 ค่าของพีเอช อุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้จากการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		
	pH	T (° C)	DO (mg/l)	pH	T (° C)	DO (mg/l)
0	6.60	30.00	6.90	6.60	30.00	6.90
1	6.53	32.60	4.16	6.36	32.70	6.50
2	6.56	30.70	5.00	6.53	30.90	6.60
3	6.51	33.30	3.22	6.54	33.20	6.42
5	6.60	31.80	3.44	6.65	32.80	6.55
7	6.71	28.20	2.70	6.69	26.70	6.40
10	6.64	31.10	3.03	6.70	31.20	6.45
15	6.69	31.10	3.02	6.70	31.20	6.38
20	6.74	31.10	3.00	6.70	31.20	6.25
25	6.39	31.80	3.18	6.75	31.80	6.20
30	6.50	31.05	3.20	6.7	31.02	6.28
40	6.59	31.20	2.90	6.65	31.02	6.54
50	6.70	31.20	2.85	6.69	31.02	6.35
60	6.80	31.20	2.70	6.68	31.02	6.45
70	6.75	31.20	2.70	6.69	31.02	6.27

ตารางที่ ค.5 ผลการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ความเข้มข้นของเบนซีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		Blank
	1	2	3	1	2	
0	50.001	50.001	50.001	50.001	50.001	50.001
1	49.000	49.897	49.231	49.652	49.265	50.001
2	48.652	48.121	48.000	48.612	48.256	50.001
3	46.123	45.985	49.852	45.062	45.326	50.001
5	43.511	42.166	41.999	42.665	42.065	50.001
7	40.236	41.098	40.325	41.632	40.985	50.001
10	37.985	38.026	37.526	39.856	38.958	50.001
15	35.260	35.026	37.230	38.652	38.953	50.001
20	37.024	35.026	35.023	38.052	37.956	50.001
25	35.237	34.037	35.956	38.122	37.965	50.001
30	34.026	32.230	33.652	39.256	39.210	50.001
40	31.026	30.026	30.220	38.752	38.231	50.001
50	30.256	29.562	28.652	37.658	37.956	50.001
60	28.326	28.326	27.956	38.265	37.065	50.001
70	24.265	25.633	26.002	39.013	38.110	50.001

ตารางที่ ค.6 ค่าของพีเอช อุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้จากการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		
	pH	T (° C)	DO (mg/l)	pH	T (° C)	DO (mg/l)
0	6.64	30.00	6.80	6.60	30.00	6.90
1	6.53	32.60	5.16	6.63	32.70	6.65
2	6.56	30.70	5.00	6.53	30.90	6.60
3	6.51	33.30	3.82	6.50	33.20	6.42
5	6.65	31.80	3.44	6.65	32.80	6.50
7	6.71	28.20	2.75	6.69	26.70	6.40
10	6.64	31.10	3.00	6.70	31.20	6.45
15	6.69	31.10	3.20	6.75	31.20	6.40
20	6.74	31.10	3.00	6.70	31.20	6.25
25	6.39	31.80	3.18	6.64	31.80	6.20
30	6.50	31.05	3.20	6.74	31.02	5.75
40	6.59	31.20	2.85	6.65	31.02	5.45
50	6.70	31.20	2.75	6.69	31.02	6.35
60	6.80	31.20	2.70	6.68	31.02	6.59
70	6.75	31.20	2.10	6.69	31.02	6.27

ตารางที่ ค.7 ผลการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ความเข้มข้นของเบนซีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		Blank
	1	2	3	1	2	
0	98.652	98.652	98.652	98.652	98.652	98.652
1	97.856	98.625	95.563	97.654	97.654	98.652
2	97.652	95.632	97.633	95.156	95.156	98.652
3	98.645	95.325	93.256	92.068	92.068	98.652
5	92.365	93.652	94.652	89.266	89.266	98.652
7	89.236	85.265	86.046	87.256	87.256	99.059
10	84.256	84.652	86.210	85.625	85.625	98.652
15	83.021	83.256	81.236	83.521	83.521	98.652
20	80.026	79.026	81.025	80.326	80.326	98.652
25	79.256	78.025	75.236	79.256	79.256	98.652
30	78.256	75.268	77.562	78.652	78.652	98.652
40	75.268	72.015	77.256	78.352	78.352	98.652
50	72.026	73.260	71.880	76.526	76.526	98.652
60	75.236	71.013	70.255	77.256	77.256	98.652
70	70.056	71.006	70.952	79.026	79.026	98.652

ตารางที่ ค.8 ค่าของพีเอช อุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้จากการทดสอบความสามารถในการปรับสภาพและอัตราการย่อยสลายทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในดิน ที่เบนซีนความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ของการทดลอง	ชุดทดลอง			ชุดควบคุม		
	pH	T (° C)	DO (mg/l)	pH	T (° C)	DO (mg/l)
0	6.60	30.00	6.90	6.60	30.00	6.90
1	6.78	32.60	4.16	6.36	32.70	6.50
2	6.56	30.70	5.00	6.53	30.90	6.60
3	6.51	33.30	3.22	6.54	33.20	6.42
5	6.66	31.80	3.44	6.65	32.80	6.55
7	6.71	28.20	2.70	6.69	26.70	6.40
10	6.64	31.10	3.03	6.70	31.20	6.45
15	6.69	31.10	3.02	6.70	31.20	6.38
20	6.74	31.10	3.00	6.70	31.20	6.25
25	6.50	31.80	2.90	6.75	31.80	5.80
30	6.50	31.05	2.78	6.7	31.02	5.28
40	6.59	31.20	2.70	6.65	31.02	5.54
50	6.64	31.20	2.50	6.69	31.02	5.35
60	6.80	31.20	2.10	6.68	31.02	5.45
70	6.75	31.20	1.98	6.69	31.02	5.27

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบแบบคอลัมน์
เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของดิน

ตารางที่ ง.1 ผลการเคลื่อนที่ของสารละลายโบรไมด์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรผ่านคอลัมน์เทฟลอน

เวลาที่เก็บตัวอย่าง (ชั่วโมง)	ปริมาตรน้ำที่ผ่านคอลัมน์		ความเข้มข้นขาออก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเข้มข้นขาออกต่อความเข้มข้นขาเข้า (C/Co)
	มิลลิลิตร	Pore Volume		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	2.53	0.08	0.00	0.00
1.00	10.13	0.31	0.13	0.01
2.00	20.26	0.62	3.65	0.36
3.00	30.39	0.94	5.90	0.58
3.75	37.99	1.17	6.93	0.69
5.00	50.65	1.56	7.63	0.75
6.00	60.78	1.87	8.08	0.80
8.25	83.57	2.58	8.73	0.86
9.00	91.17	2.81	8.86	0.88
11.00	111.43	3.44	9.15	0.91
12.50	126.63	3.90	9.40	0.93
18.50	187.41	5.78	9.90	0.98
22.00	222.86	6.87	9.75	0.96
23.00	232.99	7.18	9.84	0.97
24.00	243.12	7.50	9.90	0.98
25.00	253.25	7.81	9.80	0.97
26.00	263.38	8.12	8.96	0.89
26.50	268.45	8.28	7.31	0.72
27.00	273.51	8.43	5.37	0.53
27.50	278.58	8.59	4.31	0.43
28.50	288.71	8.90	3.03	0.30
29.75	301.37	9.29	2.06	0.20
30.50	308.97	9.53	1.73	0.17
31.50	319.10	9.84	1.33	0.13
32.50	329.23	10.15	1.03	0.10
33.50	339.36	10.46	0.96	0.09
34.00	344.42	10.62	0.85	0.08
34.50	349.49	10.78	0.74	0.07
35.00	354.55	10.93	0.69	0.07

ตารางที่ ง.1 ผลการเคลื่อนที่ของสารละลายโบรไมด์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรผ่านคอลัมน์เทฟลอน (ต่อ)

เวลาที่เก็บตัวอย่าง (ชั่วโมง)	ปริมาตรน้ำที่ผ่านคอลัมน์		ความเข้มข้นขาออก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเข้มข้นขาออกต่อความเข้มข้นขาเข้า (C/Co)
	มิลลิลิตร	Pore Volume		
35.50	359.62	11.09	0.59	0.06
36.00	364.68	11.25	0.43	0.04
36.50	369.75	11.40	0.36	0.04
37.00	374.81	11.56	0.30	0.03
37.50	379.88	11.71	0.28	0.03
38.00	384.94	11.87	0.20	0.02
38.50	390.01	12.03	0.16	0.02
39.00	395.07	12.18	0.10	0.01
39.50	400.14	12.34	0.05	0.00
40.00	405.20	12.49	0.00	0.00

ตารางที่ ง.2 ผลที่ได้จากโปรแกรม CFITIM

```
**********************************************************************
*    NONLINEAR LEAST SQUARES ANALYSIS                                *
*    EQUILIBRIUM TRANSPORT (MODEL A)                                 *
*    THIRD-TYPE BOUNDARY CONDITION                                   *
*Tracer Test with Bromide Solution By Watsa Khongnakorn *
**********************************************************************
INITIAL VALUES OF COEFFICIENTS
================================
  NO     NAME      INITIAL VALUE
   1    Peclet        50.000
   2    RetFac         1.000
   3    Pulse          7.800
  OBSERVED DATA
  =============
 OBS. NO.  PORE VOLUME    CONCENTRATION
     1          .1562          .0000
     2          .3124          .0010
     3          .4685          .2166
     4          .7028          .4530
     5          .9371          .6142
     6         1.2495          .7379
     7         1.5618          .7804
     8         1.7961          .8299
     9         2.1866          .8605
    10         2.4989          .8932
    11         3.2017          .9367
    12         3.4360          .9604
    13         4.0607          .9703
    14         4.5293         1.0000
    15         6.4035         1.0010
    16         7.4968         1.0267
    17         7.8091         1.0307
    18         8.1215          .9288
    19         8.4339          .5361
    20         8.7462          .3482
    21         8.9024          .2938
    22         9.0586          .2532
    23         9.2148          .2265
    24         9.3710          .1968
    25         9.6833          .1553
```

26	9.9176	.1375
27	10.1519	.1236
28	10.4642	.0920
29	10.7766	.0791
30	11.4013	.0514
31	11.5575	.0297
32	11.7137	.0277
33	11.8699	.0198
34	12.0261	.0158
35	12.1822	.0099
36	12.3384	.0049
37	12.4946	.0001

ITERATION	SSQ	Peclet
0	.8524279	50.00000
1	.5988611	20.74937
2	.2661420	3.28664
3	.2594442	3.89381
4	.2594314	3.92556
5	.2594314	3.92439

CORRELATION MATRIX

==========

	1
1	1.0000

NON-LINEAR LEAST SQUARES ANALYSIS, FINAL RESULTS

==========

					95% CONFIDENCE LIMITS	
VAR	NAME	VALUE	S.E.COEFF.	T-VALUE	LOWER	UPPER
1	Peclet	3.92439	.7756	5.06	2.3512	5.4975

----ORDERED BY COMPUTER INPUT-----					-------ORDERED BY RESIDUALS-----				
NO	PORE VOLUME	CONCENTRATION OBS.	FITTED	RESI-DUAL	NO	PORE VOLUME	CONCENTRATION OBS.	FITTED	RESI-DUAL
1	.156	.000	.001	-.001	4	.703	.453	.275	.178
2	.312	.001	.027	-.026	5	.937	.614	.439	.175
3	.469	.217	.108	.109	6	1.249	.738	.614	.124
4	.703	.453	.275	.178	3	.469	.217	.108	.109
5	.937	.614	.439	.175	7	1.562	.780	.738	.042
6	1.249	.738	.614	.124	29	10.777	.079	.045	.034
7	1.562	.780	.738	.042	17	7.809	1.031	1.000	.031
8	1.796	.830	.805	.025	30	11.401	.051	.021	.030

9	2.187	.861	.880	-.020	16	7.497	1.027	1.000	.027
10	2.499	.893	.919	-.026	27	10.152	.124	.097	.026
11	3.202	.937	.966	-.029	28	10.464	.092	.066	.026
12	3.436	.960	.974	-.014	8	1.796	.830	.805	.025
13	4.061	.970	.988	-.017	32	11.714	.028	.015	.013
14	4.529	1.000	.993	.007	31	11.557	.030	.017	.012
15	6.403	1.001	.999	.002	33	11.870	.020	.012	.008
16	7.497	1.027	1.000	.027	14	4.529	1.000	.993	.007
17	7.809	1.031	1.000	.031	26	9.918	.137	.131	.007
18	8.121	.929	.969	-.040	34	12.026	.016	.010	.006
19	8.434	.536	.776	-.240	15	6.403	1.001	.999	.002
20	8.746	.348	.555	-.207	35	12.182	.010	.008	.002
21	8.902	.294	.462	-.168	1	.156	.000	.001	-.001
22	9.059	.253	.382	-.129	36	12.338	.005	.007	-.002
23	9.215	.227	.315	-.088	37	12.495	.000	.006	-.006
24	9.371	.197	.259	-.062	12	3.436	.960	.974	-.014
25	9.683	.155	.175	-.020	13	4.061	.970	.988	-.017
26	9.918	.137	.131	.007	9	2.187	.861	.880	-.020
27	10.152	.124	.097	.026	25	9.683	.155	.175	-.020
28	10.464	.092	.066	.026	10	2.499	.893	.919	-.026
29	10.777	.079	.045	.034	2	.312	.001	.027	-.026
30	11.401	.051	.021	.030	11	3.202	.937	.966	-.029
31	11.557	.030	.017	.012	18	8.121	.929	.969	-.040
32	11.714	.028	.015	.013	24	9.371	.197	.259	-.062
33	11.870	.020	.012	.008	23	9.215	.227	.315	-.088
34	12.026	.016	.010	.006	22	9.059	.253	.382	-.129
35	12.182	.010	.008	.002	21	8.902	.294	.462	-.168
36	12.338	.005	.007	-.002	20	8.746	.348	.555	-.207
37	12.495	.000	.006	-.006	19	8.434	.536	.776	-.240

END OF PROBLEM

==========

ภาคผนวก จ

ผลจากการจำลองการเคลื่อนที่ของเบนซีน ด้วยโปรแกรม STANMOD/CXTFIT

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างผลที่ได้จากโปรแกรม STANMOD/CXTFIT

```
 ********************************************************************
 *                                                                  *
 *  CXTFIT Version 2.1W (10/14/99)                                  *
 *  Analytical solutions for one-dimensional CDE                    *
 *  Direct problem                                                  *
 *  Benzene Transport                                               *
 *  Equilibrium model, Step Input                                   *
 *  Data input file:  CXTFIT.IN                                     *
 *                                                                  *
 ********************************************************************
 Model description
 ==================
   Deterministic equilibrium CDE (Mode=1)
   Flux-averaged concentration
   Real time (t), Position(x)
    (D,V,mu, and gamma are also dimensional)
 Initial values of coefficients
 ================================
 Name       Initial value
  V.....    .2000E+01
  D.....    .1019E+02
  R.....    .5423E+01
  mu.....    .0000E+00
 Boundary, initial, and production conditions
 ============================================
   Single pulse of conc. =   10.0000 & duration =   27.5000
   Solute free initial condition
   No production term
 Z=  1.0000    (Flux conc. vs. time)
Sum(C*dT)=   273.7172
 Time        C
  .0000   .00000E+00
  .5000   .51173E+01
 1.0000   .66449E+01
 1.5000   .73749E+01
 2.0000   .78204E+01
 2.5000   .81270E+01
 3.0000   .83538E+01
 3.5000   .85297E+01
```

4.0000	.86711E+01
4.5000	.87876E+01
5.0000	.88856E+01
5.5000	.89694E+01
6.0000	.90420E+01
6.5000	.91056E+01
7.0000	.91618E+01
7.5000	.92119E+01
8.0000	.92569E+01
8.5000	.92975E+01
9.0000	.93344E+01
9.5000	.93680E+01
10.0000	.93989E+01
10.5000	.94272E+01
11.0000	.94534E+01
11.5000	.94777E+01
12.0000	.95002E+01
12.5000	.95212E+01
13.0000	.95408E+01
13.5000	.95591E+01
14.0000	.95763E+01
14.5000	.95925E+01
15.0000	.96077E+01
15.5000	.96221E+01
16.0000	.96356E+01
16.5000	.96484E+01
17.0000	.96605E+01
17.5000	.96720E+01
18.0000	.96830E+01
18.5000	.96934E+01
19.0000	.97033E+01
19.5000	.97127E+01
20.0000	.97217E+01
20.5000	.97302E+01
21.0000	.97384E+01
21.5000	.97463E+01
22.0000	.97538E+01
22.5000	.97610E+01
23.0000	.97679E+01
23.5000	.97745E+01
24.0000	.97808E+01

24.5000	.97869E+01
25.0000	.97928E+01
25.5000	.97984E+01
26.0000	.98038E+01
26.5000	.98091E+01
27.0000	.98141E+01
27.5000	.98189E+01
28.0000	.47063E+01
28.5000	.31832E+01
29.0000	.24576E+01
29.5000	.20163E+01
30.0000	.17138E+01
30.5000	.14909E+01
31.0000	.13187E+01
31.5000	.11811E+01
32.0000	.10681E+01
32.5000	.97354E+00
33.0000	.89309E+00
33.5000	.82375E+00
34.0000	.76330E+00
34.5000	.71012E+00
35.0000	.66295E+00
35.5000	.62083E+00
36.0000	.58298E+00
36.5000	.54878E+00
37.0000	.51773E+00
37.5000	.48942E+00
38.0000	.46351E+00
38.5000	.43971E+00
39.0000	.41778E+00
39.5000	.39750E+00
40.0000	.37872E+00
40.5000	.36126E+00
41.0000	.34500E+00
41.5000	.32983E+00
42.0000	.31565E+00
42.5000	.30236E+00
43.0000	.28988E+00
43.5000	.27816E+00
44.0000	.26712E+00
44.5000	.25671E+00

45.0000	.24689E+00
45.5000	.23760E+00
46.0000	.22881E+00
46.5000	.22048E+00
47.0000	.21257E+00
47.5000	.20507E+00
48.0000	.19794E+00
48.5000	.19115E+00
49.0000	.18469E+00
49.5000	.17852E+00
50.0000	.17265E+00
50.5000	.16704E+00
51.0000	.16168E+00
51.5000	.15655E+00
52.0000	.15165E+00
52.5000	.14695E+00
53.0000	.14246E+00
53.5000	.13814E+00
54.0000	.13401E+00
54.5000	.13004E+00
55.0000	.12623E+00
55.5000	.12256E+00
56.0000	.11904E+00
56.5000	.11566E+00
57.0000	.11240E+00
57.5000	.10926E+00
58.0000	.10624E+00
58.5000	.10333E+00
59.0000	.10052E+00
59.5000	.97813E-01
60.0000	.95201E-01
60.5000	.92680E-01
61.0000	.90246E-01
61.5000	.87896E-01
62.0000	.85624E-01
62.5000	.83428E-01
63.0000	.81305E-01
63.5000	.79251E-01
64.0000	.77265E-01
64.5000	.75342E-01
65.0000	.73480E-01

65.5000	.71677E-01
66.0000	.69930E-01
66.5000	.68238E-01
67.0000	.66597E-01
67.5000	.65007E-01
68.0000	.63464E-01
68.5000	.61968E-01
69.0000	.60516E-01
69.5000	.59108E-01
70.0000	.57740E-01
70.5000	.56412E-01
71.0000	.55122E-01
71.5000	.53869E-01
72.0000	.52652E-01
72.5000	.51469E-01
73.0000	.50319E-01
73.5000	.49201E-01
74.0000	.48114E-01
74.5000	.47056E-01

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววัสสา คงนคร เกิดเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2521 ที่โรงพยาบาลตรัง จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2544 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีเดียวกัน จนกระทั่งสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546