บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิจารณ์

การตรวจวัดหาปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (midget impinger) ที่บรรจุสารละลายแคดเมี่ยมไฮดรอกไซด์ ซึ่งใช้เป็นสารละลายในการดูดซับก๊าซตัวอย่างที่ผ่านมาทางปล่อง แล้วผ่านมาตามท่อที่เข้าสู่เครื่องเก็บตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่เรียกว่า methylene blue method ตามหลักการของ NIOSH โดยใช้สภาวะในการเก็บตัวอย่างที่เหมือนกันระหว่างเตาเผาทั้ง 2 ชนิดคือ ระยะเวลาที่เก็บและปริมาณอัตราการไหลของอากาศเท่ากัน โดยผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ของเตาเผาทั้ง 2 ชนิด จะได้กล่าวถึงในส่วนต่อไป

4.1 ผลการทำกราฟจากค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มาตรฐานเพื่อใช้เป็น Calibration Curve

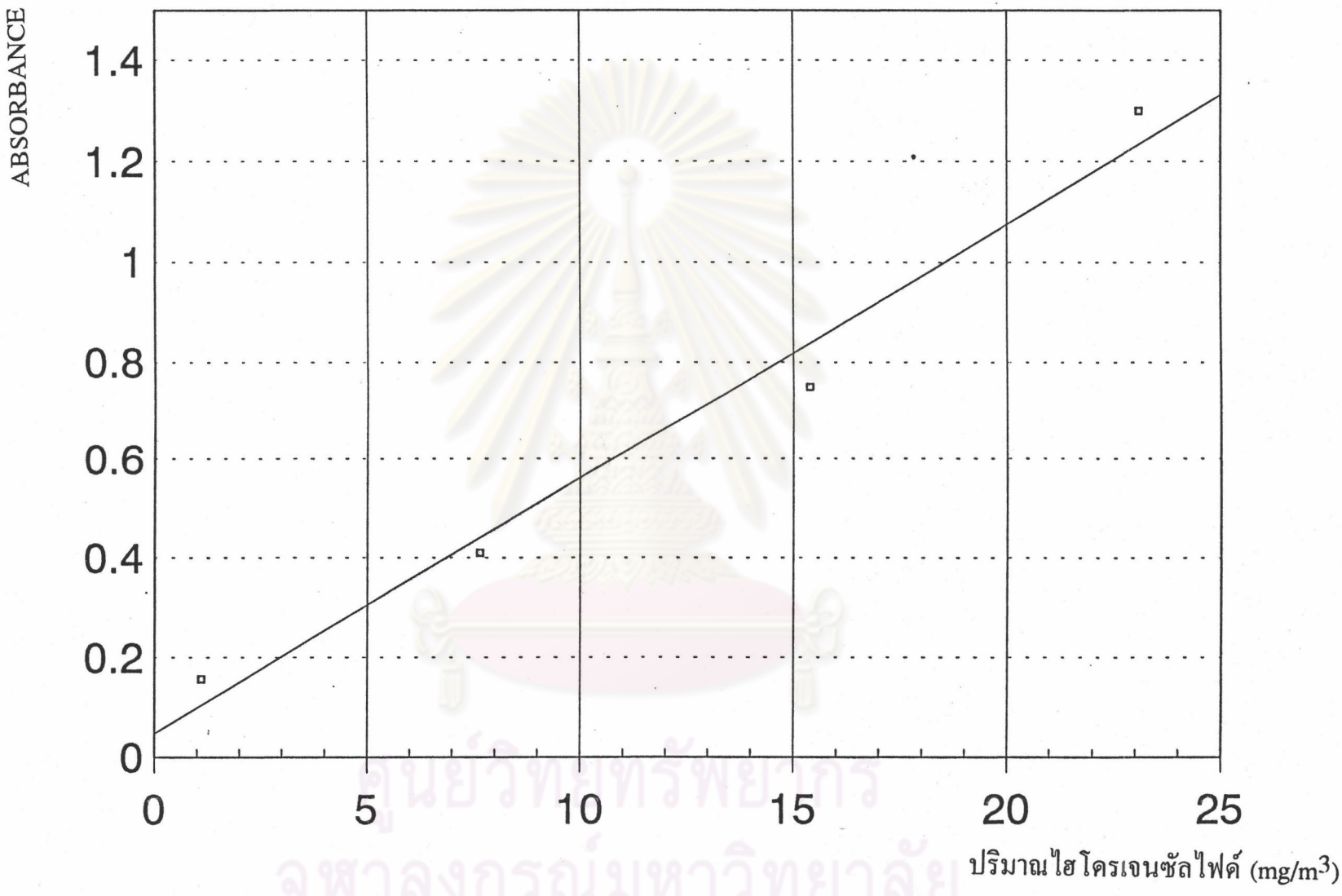
กราฟนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์มาตรฐานกับค่า Absorbance (การดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลาย) ซึ่งได้จากการเตรียมสารละลายไฮโดรเจนซัลไฟด์มาตรฐานแล้วนำมาหาค่าความเข้มข้นโดยคำนวณจากค่า Absorbance ที่วัดได้จาก Spectrophotometer โดยความสัมพันธ์แสดงได้ดังกราฟรูปที่ 4.1 ซึ่งค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟจะนำมาใช้ในการหาค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ที่ตรวจวัดได้จากการเผาไหม้ จากการเก็บตัวอย่าง

4.2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาศพทั้ง 2 ชนิด

4.2.1 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

จากการเก็บตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้แสดงผลออกมาในต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)ตลอดช่วงเวลาในการเผา 2 ชั่วโมง ซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วง ๆ ละ 20 นาที ทั้งจากเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน(16



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์
กับค่า ABSORBANCE (Calibration Curve) ที่วัดโดย Spectrometer

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง) มีค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่าง ดังนี้คือ 0.33, 0.25, 0.28, 0.3, 0.33, 0.36, 6.187, 0.85, 0.197, 0.303, 0.565, 0.847, 0.26, 0.33, 0.3 และ 0.37 mg/m^3 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยตามช่วงการเก็บตัวอย่าง ดังนี้คือ 0.29, 0.36, 0.44, 0.47, 0.4 และ 0.37 mg/m^3 ตามลำดับ (โดยไม่ได้นำค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ในตัวอย่างที่ 7 มาคำนวณด้วย) และใช้ฟืน(4 ตัวอย่าง) มีค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่าง ดังนี้คือ 0.25, 0.183, 0.25 และ 0.176 mg/m^3 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยตามช่วงการเก็บตัวอย่าง 6 ช่วงคือ 0.22, 0.22, 0.22, 0.21, 0.17 และ 0.21 mg/m^3 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 และ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขณะเก็บตัวอย่างกับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างจำนวน 16 ตัวอย่าง จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน และ 4 ตัวอย่าง จากเตาเผาชนิดใช้ฟืน ในรูปที่ 1 - 20 (ในภาคผนวก) ผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยตามช่วงเวลาโดยที่ไม่ได้คำนวณจากตัวอย่างที่ 7 (ทั้งนี้เพราะค่าที่วัดได้ค่อนข้างแตกต่างจากตัวอย่างอื่นมาก) แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่จะมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมามากที่สุด ได้แก่ช่วงที่ 3 และ 4 ของเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน แต่สำหรับเตาเผาชนิดใช้ฟืน แต่ละช่วงการเผาได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมาใกล้เคียงกันเกือบทุกช่วง โดยวิธีสังเกตเทียบกับอุณหภูมิการเผาที่พบได้ว่า เตาน้ำมันจะใช้เวลาไม่มากนัก ที่อุณหภูมิจะถึงจุดสูงสุดของการเผา (ประมาณ 350-400 องศาเซลเซียส) คือภายในเวลา 20 นาที ดังนั้นการเผาไหม้ขั้นแรกคือ โลงศพที่ทำด้วยไม้จะถูกเผาไปโดยรวดเร็ว และลามเข้าถึงตัวศพภายในช่วงเวลาเก็บตัวอย่างที่ 2 เท่านั้น ส่วนเตาเผาชนิดใช้ฟืนนั้น เนื่องจากไม่มีการอุ่นเตาเผาให้ร้อนก่อน ความร้อนในระยะแรก ๆ จะให้กับผนังเตา ทำให้อุณหภูมิที่วัดได้ในช่วงที่ 1-2 คือ 40 นาทีแรกต่ำมาก (ถึงแม้จะไม่สามารถเทียบได้กับเตาเผาชนิดใช้น้ำมันได้ เพราะจดวัดอุณหภูมิต่างกัน) จนถึงช่วงเวลาที่ 4-6 ของเตาเผาชนิดใช้ฟืนถึงจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นสูงสุด และเมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้ว บางครั้งเตาเผาชนิดใช้ฟืนก็ยังเผาไม่เสร็จ แต่ว่าไม่พบในช่วงท้าย ๆ ว่ามีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์เพิ่มขึ้นกว่าในช่วงต้น ๆ แต่อย่างใด

เนื่องจากการเผาศพจะมีขั้นตอนต่าง ๆ กันตามช่วงเวลา ได้แก่ การเผาไหม้โลง การเผาไหม้ศพ และการทำให้เป็นเถ้าในที่สุด การศึกษาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จึงควรวิเคราะห์ตามช่วงเวลาของการเผา เพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเผาศพได้ ดังได้กล่าวในช่วงต่อไป

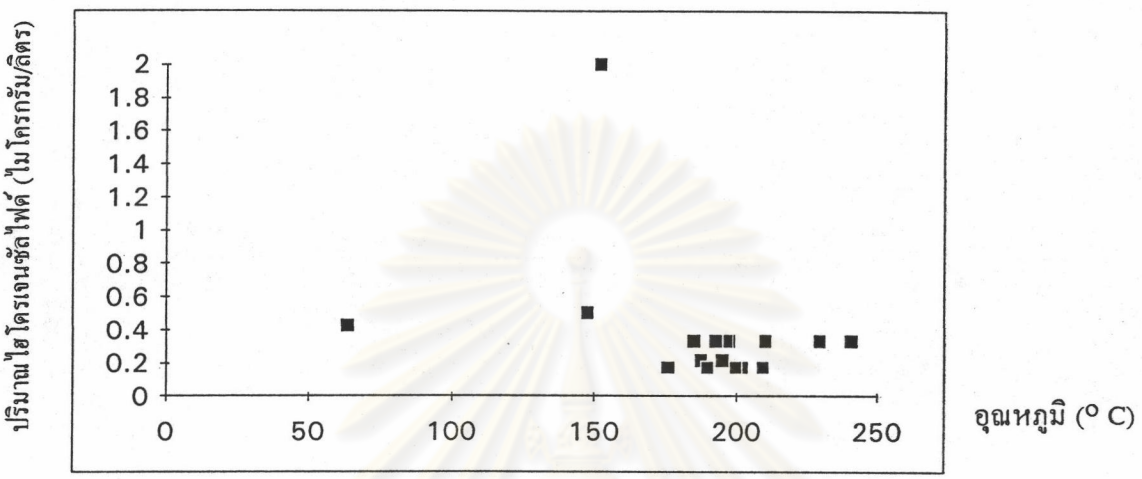
ตารางที่ 4.1 ผลการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

ตัวอย่างที่	ประเภทตัวอย่าง	อุณหภูมิของเตาเผา (ช่วง,องศาเซลเซียส)						ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)							MEAN	+ SD.
		1	2	3	4	5	6	blank	1	2	3	4	5	6		
1	1 A	198	241	255	273	292	310	0.17	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0
2	1 A	210	233	240	278	291	303	0.17	0.17	0.33	0.33	0.33	0.17	0.17	0.25	0.09
3	1 B	197	206	215	241	270	292	0.17	0.33	0.17	0.33	0.17	0.33	0.33	0.28	0.08
4	1 A	202	240	251	255	279	297	0.17	0.17	0.17	0.33	0.33	0.5	0.33	0.3	0.12
5	1 A	211	235	261	273	280	289	0.17	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0
6	1 B	148	167	191	241	265	293	0.17	0.5	0.17	0.5	0.33	0.33	0.33	0.36	0.12
7	1 A	152	164	182	205	233	286	0.17	2	7.5	2.33	12.33	2.83	10.13	6.187	4.44
8	1 B	176	188	217	232	260	291	0.17	0.17	0.71	1.08	1.79	0.83	0.5	0.85	0.56
9	1 B	230	236	328	419	373	292	0.17	0.33	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.197	0.07
10	1 B	193	205	232	240	255	274	0.17	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.17	0.303	0.07
11	1 A	185	200	214	322	363	355	0.17	0.33	0.58	0.66	0.58	0.58	0.58	0.565	0.11
12	1 A	164	172	250	302	326	309	0.17	0.42	0.66	0.92	0.83	1.042	1.21	0.847	0.28
13	1 A	188	202	245	270	293	310	0.17	0.21	0.33	0.33	0.33	0.17	0.21	0.26	0.07
14	1 B	200	211	229	248	284	299	0.17	0.17	0.33	0.33	0.5	0.33	0.33	0.33	0.1
15	1 B	190	232	269	295	304	320	0.17	0.17	0.5	0.33	0.33	0.21	0.21	0.3	0.12
16	1 B	195	214	237	260	282	313	0.17	0.21	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.31	0.05
						MEAN		0.17	0.29	0.36	0.44	0.47	0.4	0.37		
						+ SD.		0	0.1	0.17	0.24	0.38	0.27	0.25		

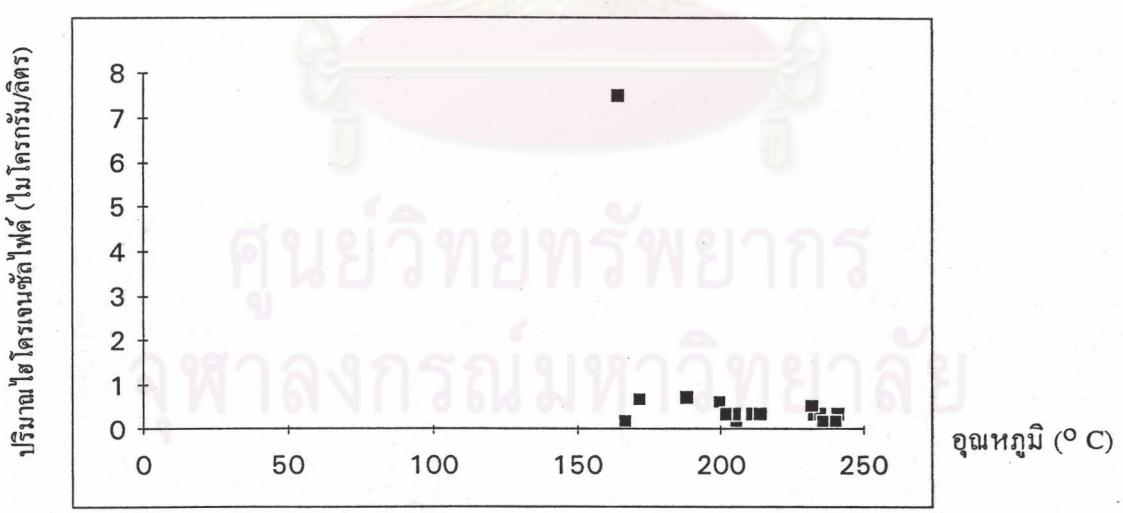
ตารางที่ 4.2 ผลการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

ตัวอย่างที่	ประเภทตัวอย่าง	อุณหภูมิจากเตาเผา (ช่วง,องศาเซลเซียส)						ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)							MEAN	SD.
		1	2	3	4	5	6	blank	1	2	3	4	5	6		
1	2A	50	78	150	440	300	214	0.17	0.33	0.33	0.33	0.17	0.17	0.17	0.25	0.09
2	2A	45	50	69	180	180	360	0.17	0.21	0.21	0.17	0.17	0.17	0.17	0.183	0.02
3	2B	37	50	52	62	90	120	0.17	0.17	0.17	0.17	0.33	0.17	0.33	0.25	0.09
4	2B	43	51	64	83	93	434	0.17	0.17	0.17	0.21	0.17	0.17	0.17	0.176	0.01
						MEAN		0.17	0.22	0.22	0.22	0.21	0.17	0.21		
						SD.		0	0.065	0.065	0.065	0.069	0	0.069		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

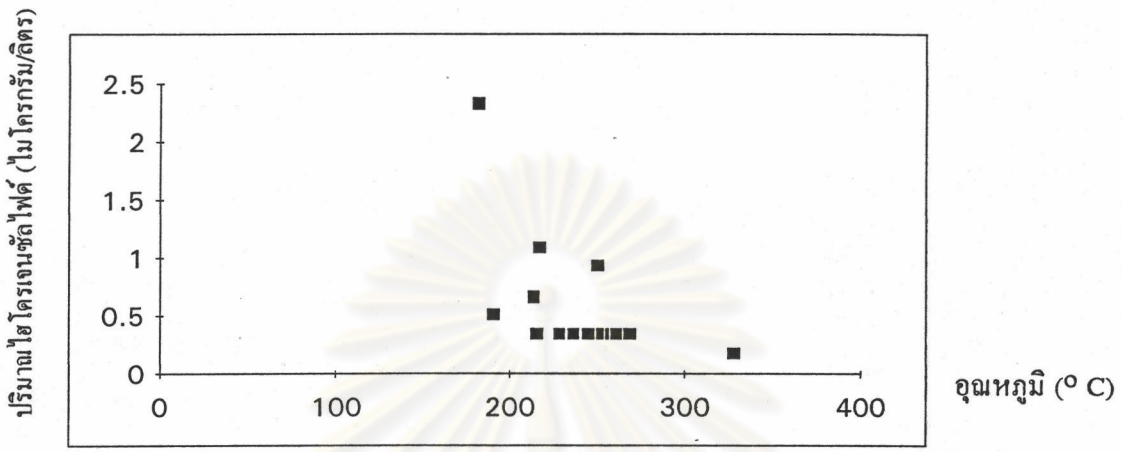


รูปที่ 4.2 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่าง ช่วงที่ 1 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

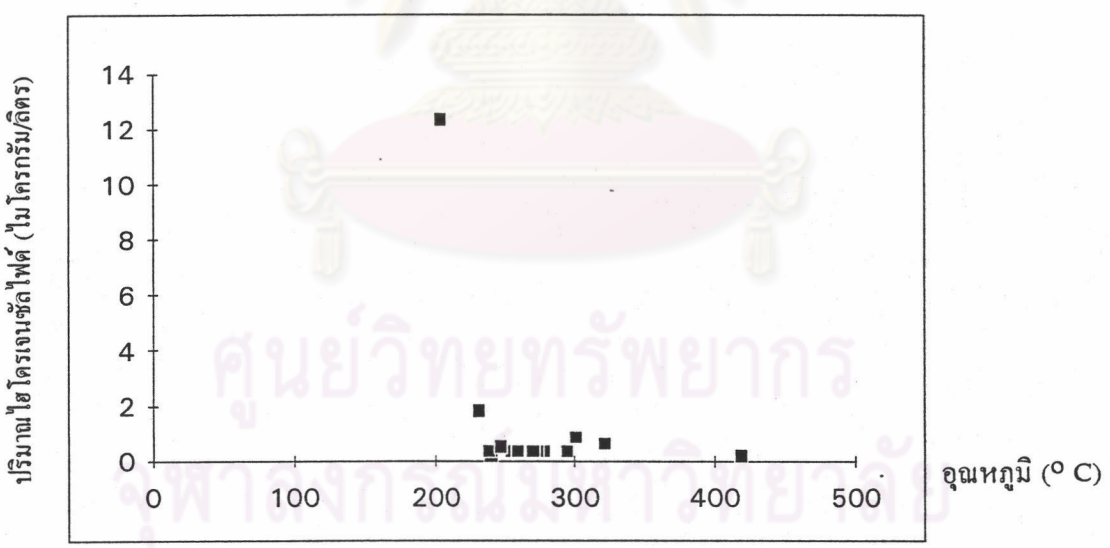


รูปที่ 4.3 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

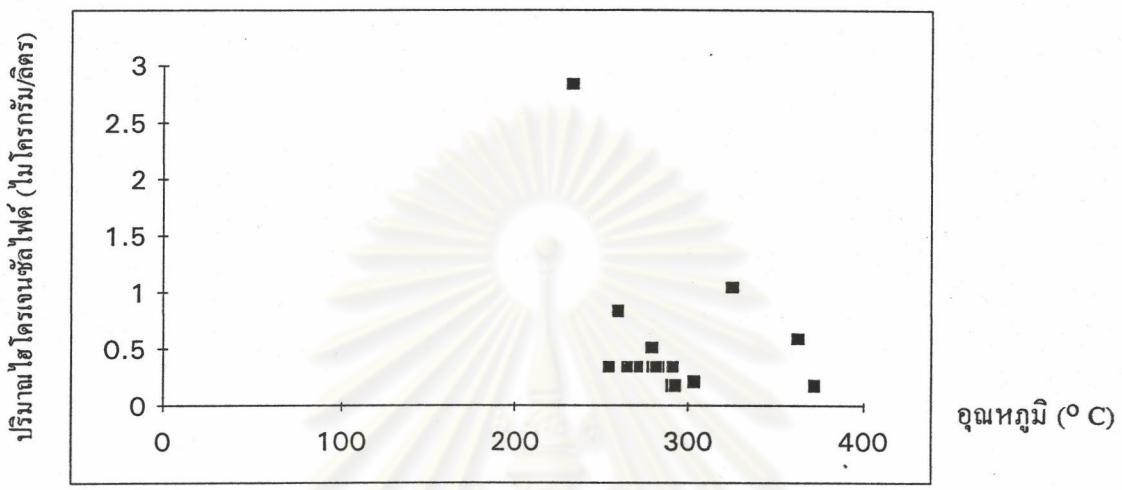


รูปที่ 4.4 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 3 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

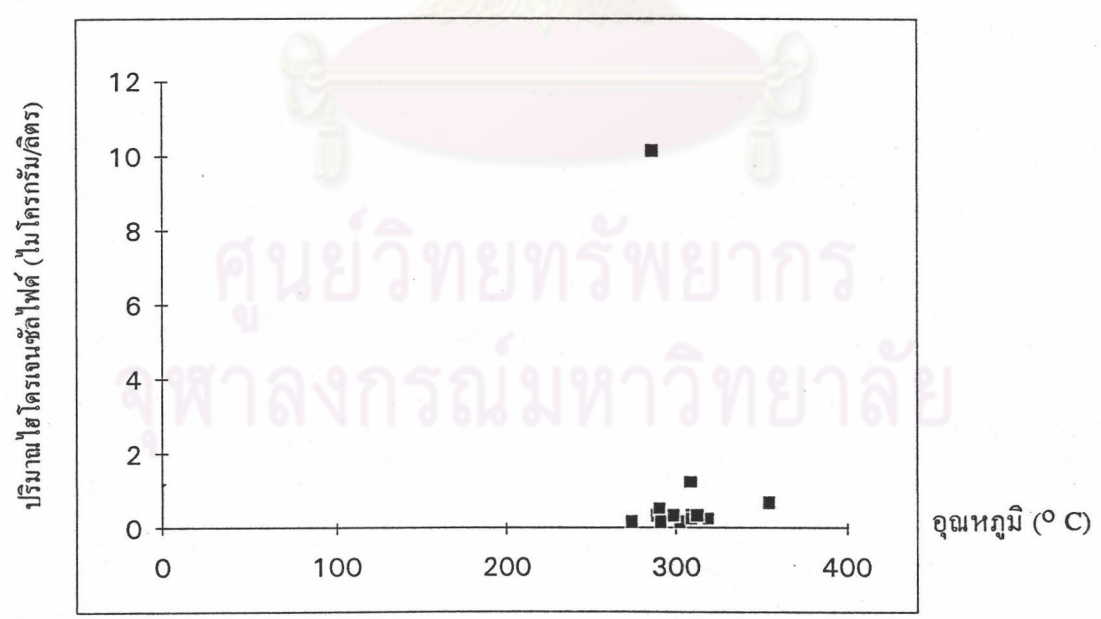


รูปที่ 4.5 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 4 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

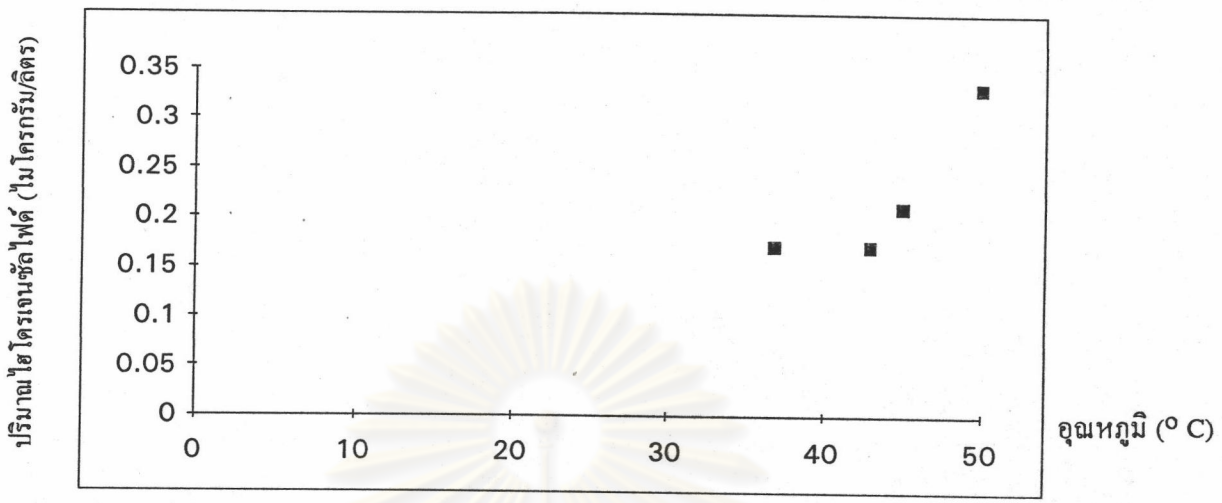


รูปที่ 4.6 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 5 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

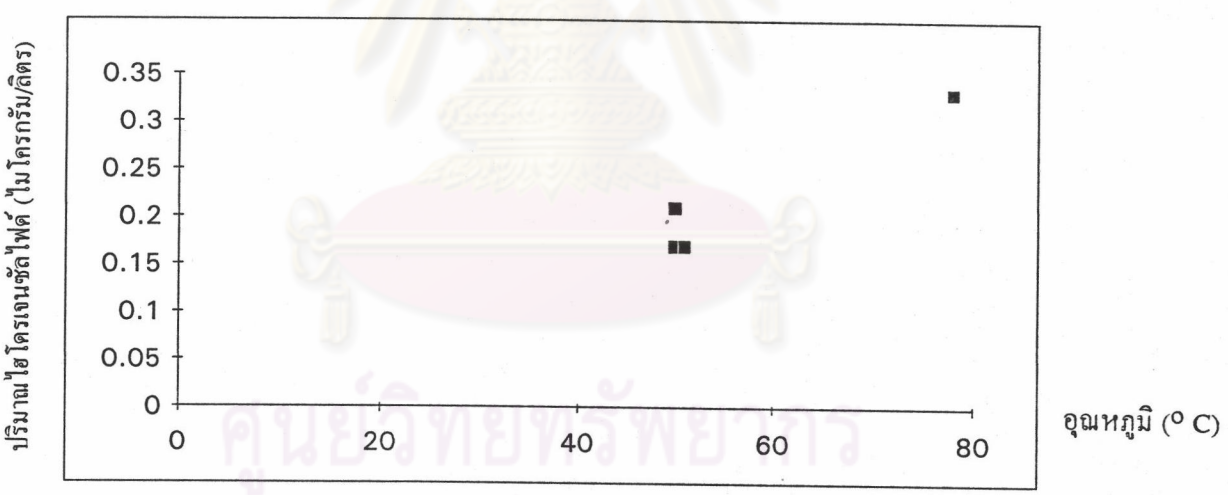


รูปที่ 4.7 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 6 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



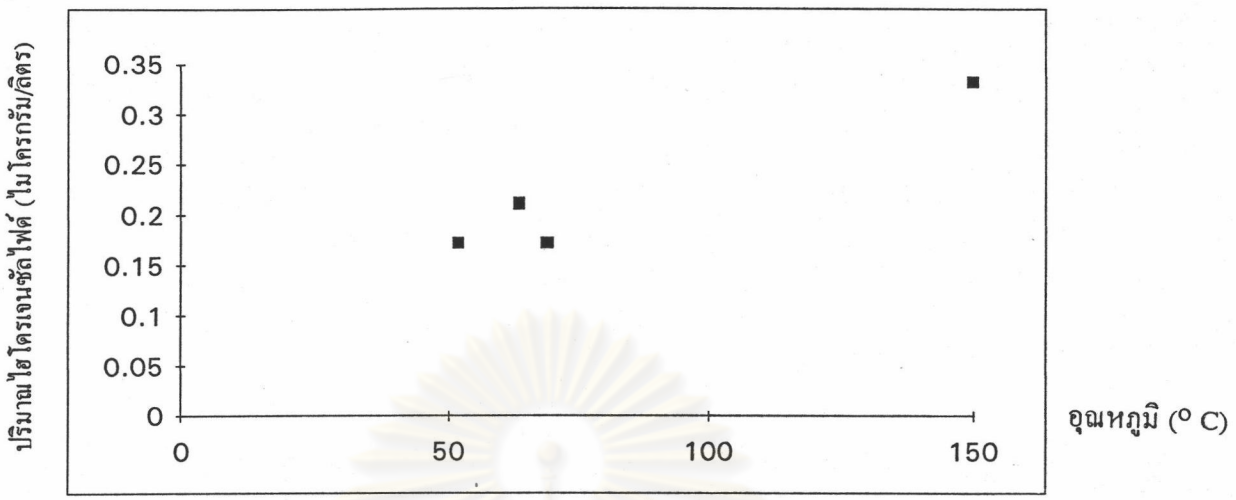
รูปที่ 4.8 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่าง ช่วงที่ 1 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง



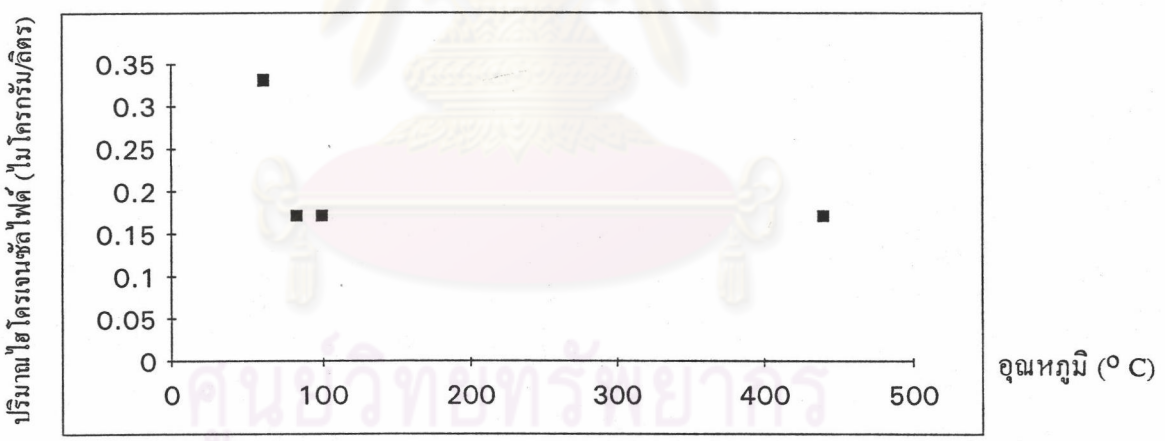
รูปที่ 4.9 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16995843.

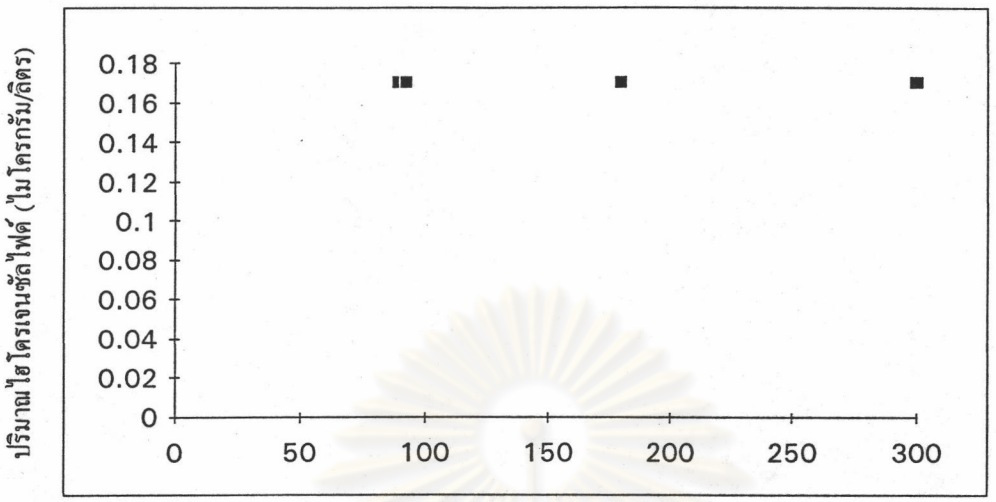


รูปที่ 4.10 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 3 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

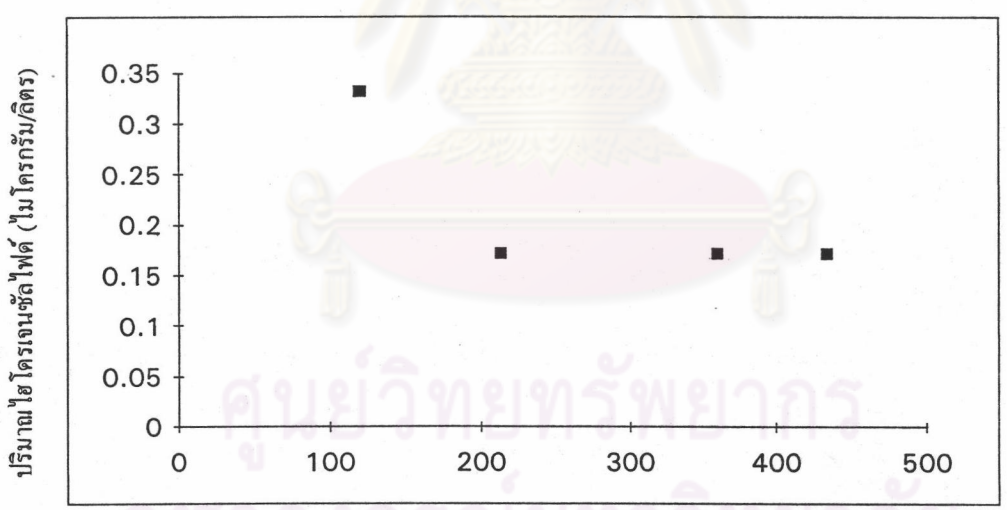


รูปที่ 4.11 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 4 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 5 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.13 กราฟระหว่างอุณหภูมิของช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 6 กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ผลของช่วงเวลาในการเผาต่อปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์

จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์จากการเก็บตัวอย่างจากเตาเผาศพชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (รูปที่ 4.2 ถึงรูปที่ 4.7) จะเห็นว่าในช่วงที่ 1 (20 นาทีแรกของการเผา) อุณหภูมิของการเผาจะอยู่ในช่วงประมาณ 175-225 ^{o}C โดยค่าปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะประมาณ 0.17-2.0 mg/m^3 ช่วงที่ 2 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 200-250 ^{o}C ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะประมาณ 0.17-8 mg/m^3 แต่โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 0.17-0.5 mg/m^3 ช่วงที่ 3 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 210-280 ^{o}C ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่ในช่วง 0.17-2.3 mg/m^3 ช่วงที่ 4 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิเตาเผาประมาณ 250-300 ^{o}C ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่ในช่วง 0.17-12.5 mg/m^3 ช่วงที่ 5 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 250-370 ^{o}C ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.17-2.8 mg/m^3 และในช่วงที่6 (20 นาทีสุดท้ายของการเผา) อุณหภูมิจะอยู่ในช่วงประมาณ 280-320 ^{o}C ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่ในช่วง 0.17-10.5 mg/m^3 .

และจากรูปที่ 4.8 ถึงรูปที่ 4.13 แสดงถึงอุณหภูมิกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้จากการเก็บตัวอย่างจากเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะเห็นว่าช่วงที่ 1 อุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 37-50 ^{o}C ช่วงที่ 2 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 50-80 ^{o}C ช่วงที่ 3 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 50-150 ^{o}C ช่วงที่ 4 (20 นาทีถัดมา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 80-400 ^{o}C ช่วงที่ 5 (20นาทีถัดมา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 80-300 ^{o}C และช่วงที่ 6 (20 นาทีสุดท้ายของการเผา) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 120-440 ^{o}C โดยค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.17-0.33 mg/m^3

4.4 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแต่ละช่วงเวลาในการเผา (ช่วงที่ 1-6)

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาโดยเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาได้เป็นดังนี้

4.4.1 กรณีเตาเผาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เมื่อวิเคราะห์เป็นช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งรูปที่ 4.3-4.8 ซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงเวลาการเผา จะเห็นได้ว่า ที่อุณหภูมิต่ำกว่าค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีค่าที่สูงกว่าในช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่า จากตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจวัด

ได้จากเตาเผาชนิดใช้น้ำมันในแต่ละช่วงเวลา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.29, 0.36, 0.44, 0.47, 0.4 และ 0.37 mg/m^3 ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ประมาณ 180-370 ^oC ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันเกือบทุกตัวอย่าง แต่จะสังเกตเห็นว่าในตัวอย่างที่ 7 จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่าปกติ อาจจะเป็นเพราะว่าอุณหภูมิในการอุ่นเครื่องเริ่มแรกต่ำกว่าปกติ คือ 152 ^oC และอาจจะเกิดจากการใช้เตาเผาที่ไม่ได้ใช้เป็นประจำ ซึ่งการเผาจะต้องมีการอุ่นเครื่องที่นานพอสมควรเพื่อให้ความร้อนต่อตัวเตาอย่างพอเพียงก่อนการเผา จึงทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์พอ ทำให้เกิดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ออกมาผิดปกติได้ แต่อย่างไรก็ตาม ค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น ไม่ได้มีปริมาณที่สูงมากจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หากผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงได้รับเข้าไป

4.4.2 กรณีเตาเผาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง อุณหภูมิเริ่มต้นการเผาในแต่ละตัวอย่างจะประมาณ 45-50 ^{o} C และจะสิ้นสุดที่อุณหภูมิประมาณ 300 กว่าองศา โดยค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.17-0.33 mg/m^3 (ตารางที่ 4.4) (รูปที่ 4.9-4.15) เมื่อพิจารณาเรื่องอุณหภูมิของเตาเผาชนิดที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงแล้วจะเห็นว่า อุณหภูมิเริ่มต้นไม่สูงเหมือนเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ข้อจำกัดของการเตาเผาชนิดใช้ฟืนคือ ไม่สามารถจะจุดไฟเพื่ออุ่นเตาให้ร้อนเหมือนกับของเตาใช้น้ำมันได้ และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้จากเตาเผาชนิดใช้ฟืนจะประมาณ 440 ^oC โดยหลักการเผาศพที่ใช้เตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงคือ จะต้องเรียงฟืนเข้าไว้ในเตาประมาณ 30 ท่อน และวางโลงศพไว้ข้างบนฟืน จากนั้นจึงจุดไฟ อาศัยช่องลมด้านฐานของเตาดูดอากาศเข้าไปเพื่อช่วยในการลุกไหม้ และในระหว่างการเผาจะมีการเขี่ยฟืนเพื่อช่วยให้การลุกไหม้ดีขึ้น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมาแล้วพบว่า อุณหภูมิของเตาเผาไม่มีผลต่อค่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น แม้ว่าอุณหภูมิจะต่ำกว่าเตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมันก็ตาม ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะมีการให้อากาศที่มากเกินพอ และการเผาจะใช้เวลานานกว่าหีบศพจะแตกออก ทำให้ในช่วงเวลาต้น ๆ ถึงอุณหภูมิไม่สูงก็ยังไม่มีปัญหามลพิษทางอากาศมากนัก

และจากการใช้สมการถดถอย (Regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการเผาไหม้กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจวัดได้ ในเตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมันและใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงได้ค่าทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่วิเคราะห์โดยสมการถดถอย (Regression)

	จำนวนตัวอย่าง	ค่า Multiple R	ค่า R Square	Significant F	ค่า T
เตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมัน	96	.11997	.01439	.2443	-1.172
เตาเผาชนิดที่ใช้ฟืน	24	.23213	.05388	.2751	-1.119

Multiple R หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (อุณหภูมิ) และตัวแปรตาม (ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์)

R Square หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ แสดงถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์

Significant F หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นที่ระดับนัยสำคัญหนึ่ง ๆ (ที่ $\alpha = 0.10$)

T หมายถึง ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

จากการทดสอบโดยใช้สมการถดถอย สรุปได้ว่า อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในขณะเผา กรณีของเตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมันมีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ เท่ากับ 0.11997 โดยอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 1.44 % และกรณีของเตาเผาชนิดใช้ฟืน อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ เท่ากับ 0.23213 โดยอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 5.39 % ซึ่งจะสังเกตได้ว่าทั้ง 2 เตา ค่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์น้อยมาก สิ่งที่อาจจะมีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์น่าจะเป็นสิ่งอื่นมากกว่า และเมื่อพิจารณาค่า Significant F (ความน่าจะเป็นที่ระดับนัยสำคัญหนึ่ง) มีค่าเท่ากับ 0.2443 และ 0.2751 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้สูงกว่าค่า α ที่กำหนดคือ 0.10 ทำให้สนับสนุนผลการวิเคราะห์ว่าอุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ระดับนัยสำคัญดังกล่าว

4.5 การเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บศพก่อนนำไปเผากับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บศพก่อนนำไปเผาคือ ระยะเวลา 3 วัน 7 วัน 100 วัน จนถึงระยะเวลาเป็นปีขึ้นไป จากการเก็บตัวอย่างดังกล่าวและนำมาวิเคราะห์ผลค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้ค่าดังตาราง 4.4

จะเห็นได้ว่า ทุกระยะเวลาการเก็บศพก่อนการนำไปเผา มีค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจวัดได้กระจายอย่างไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1-20 (ภาคผนวก ข) ซึ่งแสดงว่า ระยะเวลาการเก็บศพก่อนการนำไปเผาอาจไม่มีผลต่อการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการเผา และสาเหตุที่เกิดการผันแปรของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระหว่างการเผาอาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น สภาพของการเผาไหม้ถึงจุดที่ไฟลามเลียศพ เป็นต้น

หมายเหตุ: 1A = ตัวอย่างที่มีระยะเวลาการเก็บไว้ 3-7 วันและเก็บตัวอย่างจากเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน
1B = ตัวอย่างที่มีระยะเวลาการเก็บไว้ 100 วันและเก็บตัวอย่างจากเตาเผาชนิดใช้น้ำมัน
2A = ตัวอย่างที่มีระยะเวลาการเก็บไว้ 3-7 วันและเก็บตัวอย่างจากเตาเผาชนิดใช้ฟืน
2B = ตัวอย่างที่มีระยะเวลาการเก็บไว้ 100 วันและเก็บตัวอย่างจากเตาเผาชนิดใช้ฟืน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิระหว่างการเก็บตัวอย่างกับค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์

ประเภทตัวอย่าง	ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์(มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)					
1A	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
1A	0.17	0.33	0.33	0.33	0.17	0.17
1A	0.17	0.17	0.33	0.33	0.5	0.33
1A	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
1A	2	7.5	2.33	12.33	2.83	10.13
1A	0.33	0.58	0.66	0.58	0.58	0.58
1A	0.42	0.66	0.92	0.83	1.04	1.21
1A	0.21	0.33	0.33	0.33	0.17	0.21
1B	0.33	0.17	0.33	0.17	0.33	0.33
1B	0.5	0.17	0.5	0.33	0.33	0.33
1B	0.17	0.71	1.08	1.79	0.83	0.5
1B	0.33	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1B	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.17
1B	0.17	0.5	0.33	0.33	0.21	0.21
1B	0.21	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
1B	0.17	0.33	0.33	0.5	0.33	0.33
2A	0.33	0.33	0.33	0.17	0.17	0.17
2A	0.21	0.21	0.17	0.17	0.17	0.17
2B	0.17	0.17	0.17	0.33	0.17	0.33
2B	0.17	0.17	0.21	0.17	0.17	0.17

4.6 ผลการศึกษาทางสังคมจากการใช้แบบสอบถาม

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการศึกษาปัญหาทางด้านสังคมอันอาจจะเกิดจากกิจกรรมการเผาศพ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางวัดเองและประชาชนที่อาศัยในบริเวณรอบข้างวัดนั้น ๆ ในการศึกษานี้ได้ทำการสอบถามวัดต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครประมาณ 50 วัด โดยผลการศึกษาแสดงออกมาเป็นลักษณะของการใช้ประเภทเชื้อเพลิง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (กิโลกรัมหรือลิตร) ระยะเวลาที่ใช้ในการเผา อายุของศพที่เผา และปัญหาทางด้านกลิ่นและควันที่เกิดผลกระทบต่อทางวัดและประชาชนข้างเคียง โดยสามารถสรุปผลออกมาดังตารางที่ 4.4

จากการสำรวจพบว่า วัดที่มีเตาเผาชนิดที่ใช้ฟืนหรือถ่านมีจำนวน 43 วัด วัดที่มีเตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมันมีจำนวน 7 วัด ซึ่งจากการพูดคุยส่วนใหญ่แล้วทางวัดมีความคิดที่จะเปลี่ยนเตาเผาให้เป็นชนิดที่ใช้น้ำมัน ทั้งนี้เนื่องมาจากปัญหาของเชื้อเพลิงที่ปัจจุบันค่อนข้างจะหาลำบาก ราคาแพง และการเก็บรักษาก็ยาก ต้องคอยระวังไม้ให้เปียกชื้นเพราะจะทำให้จุดติดลำบากเวลานำไปใช้ อีกประการคือ การดำเนินการเผาจะยุ่งยากกว่าเตาที่ใช้น้ำมัน ซึ่งมีระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วกว่า และที่สำคัญบางวัดได้รับเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับควันที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากด้วย

ปัญหาด้านกลิ่นและควัน

โดยส่วนใหญ่ถ้าจะมีปัญหาจะเป็นเรื่องของควันที่ออกมาจากปล่องมาก ในกรณีของเตาเผาชนิดที่ใช้ฟืนหรือถ่านไม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางลมและกระแสของลมด้วย หากขณะนั้นลมไม่พัดควันจะกระจายตัวไปเอื่อย ๆ และจะตกลงมาในระยะใกล้ ๆ แต่ถ้ามีลมพัดควันจะสามารถกระจายตัวได้รวดเร็วและจางหายไปในที่สุด

และกรณีที่เกิดกลิ่นเหม็นจะได้กลิ่นลักษณะคล้ายเนื้อย่าง เคยมีการร้องเรียนปัญหาเรื่องกลิ่นอยู่บ้าง เช่น ที่วัดเวฬุวันวนาราม ดอนเมือง, วัดหลักสี่ บางเขน เป็นต้น

สรุปผลจากการศึกษาจากแบบสอบถามตามตารางที่ 4.5 แล้วพบว่า ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมฌาปนสถานที่ใช้เตาเผาชนิดที่ใช้น้ำมันและฟืนเป็นเชื้อเพลิง ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่จะเห็นว่าการเกิดผลกระทบเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่การกระจายตัวของอากาศไม่ดีพอ และปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของฝุ่นควัน และกลิ่นบ้าง ที่ไม่ใช่กลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กลิ่นก๊าซไข่เน่า)

ตารางที่ 4.5 ผลการรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม

ประเภทของเตาเผา	ปริมาณเชื้อเพลิง (กก,หรือ ลิตร) (ค่าเฉลี่ย)	ระยะเวลาที่ใช้ในการเผา (ชั่วโมง)	ปัญหาเรื่องกลิ่น			
			จนท.วัด		ประชาชน	
			มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
ใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง	75.372 กก.	3.08	32.60%	67.40%	23.26%	76.74%
ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง	64.17 ลิตร	2	14.28%	85.72%	42.86%	57.14%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการนำค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณโดยใช้สมการการแพร่กระจายที่ความคงตัวของบรรยากาศต่าง ๆ กัน โดยมีข้อมูลที่ใส่เข้าไปในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ค่าปริมาณอากาศสูงสุดที่ปล่อย = 4 ลบ.ม./วินาที (ที่ 25 °C) ปกติ 1.3-4 ลบ.ม./วินาที

ค่าความเข้มข้นที่พบสูงสุด = 6.20 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ย 0.25-4)

ค่าอัตราการปล่อยก๊าซนี้ = 24.8 มิลลิกรัม/วินาที

ความเร็วที่ปากปล่องซึ่งมีขนาด 1*1 เมตร = 4 เมตร/วินาที

อุณหภูมิที่ปากปล่องประมาณ 200 °C

ปล่องสูงประมาณ 20 เมตร

สมการที่ใช้ (แสงสันติ์ พานิช, 2536)

$$C = \frac{Q}{\pi \sigma y \sigma z} \exp - \frac{1}{2}\left[\frac{y^2}{\sigma y^2} - \frac{h^2}{\sigma z^2}\right]$$

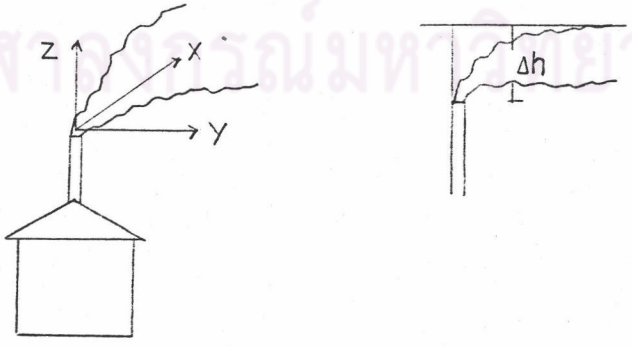
เมื่อ C = ความเข้มข้นที่ระดับพื้นดิน เป็น มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

Q = อัตราการปล่อยไอเสียเป็น มิลลิกรัม/วินาที = 24.8 มิลลิกรัม/วินาที

$\sigma z \sigma y$ = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายทางแกน y และ z เป็น เมตร(ค่านี้ขึ้นกับระยะทางจากปล่องไปตามทิศทางลมด้วย)

u = ความเร็วลมเฉลี่ย เป็น เมตร/วินาที

h = ความสูงของปล่อง + plume rise เป็น เมตร



รูปที่ 4.14 แสดง coordinate ของการแพร่กระจายตามสมการที่ใช้ และนิยามของ plume rise (การยกตัวของควัน)

เนื่องจากเราต้องการหาความเข้มข้นที่ระดับพื้นดิน ซึ่งจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่ออยู่ตรงกลางของกลุ่มควันคือ ค่า y = 0 และทดสอบหาค่าความเข้มข้นที่ระยะห่างจากเมรุเผาศพ 100,200 และ 500 เมตร ตามลำดับดังนี้

ค่า y, z ที่ระยะต่าง ๆ กัน (หน่วยเป็นเมตร) จากตารางของ PASQUILL (แสงสันติ์ พานิช, 2536)

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเสถียรของบรรยากาศที่วัดได้จากตาราง PASQUILL

		ความเสถียรของบรรยากาศ		
		A	C	E
y	100 เมตร	25	13	5
	200 เมตร	45	20	11
	500 เมตร	150	60	25
z	100 เมตร	16	7	4
	200 เมตร	30	12	6
	500 เมตร	150	35	12

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการคำนวณความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ระยะทาง 100, 200,และ 500 เมตร

ความเสถียรของบรรยากาศ	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ความเข้มข้นของ H_2S ที่ระยะทาง (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
		100 เมตร	200 เมตร	500 เมตร
A = กลางวัน แดดจัด	2	0.0041547	0.0022853	0.0000345
C = กลางวัน แดดไม่จัด	4	0.00024582	0.001905	0.0001614494
E = กลางคืน	2	0.00000019	0.000127748	0.00282765

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Plume Rise หรือการยกตัวของควัน ใช้วิธีการของ HOLLAND (แสงสันต์ พานิช, 2536)

$$h = \frac{V_s d}{u} \left(1.5\text{-}2.68 * 10^{-3} \; p \frac{[T_s - T_a]}{T_s} d \right) \text{ เมตร}$$

เมื่อ h = การยกตัวของควัน หน่วยเป็นเมตร

V_s = ความเร็วที่ปากปล่อง = 4 เมตร/วินาที

d = เส้นผ่านศูนย์กลางที่ปากปล่อง ประมาณ 1 เมตร

p = ความดันบรรยากาศ = 1000 มิลลิบาร์ (ปกติ)

T_s = อุณหภูมิปล่องเป็น ^oK ในที่นี้ = 200+273 = 473 ^oK

T_a = อุณหภูมิอากาศข้างนอกเป็น ^oK ในที่นี้ให้ = 27 ^oC = 300 ^oK

u = 2 หรือ 4 เมตร/วินาที

h = 2.08/u

h ในกรณีที่ลมพัด 2 เมตร/วินาที = 1.04 เมตร รวมปล่องเดิม 20 เมตร = 21.04 เมตร

ในกรณีที่ลมพัด 4 เมตร/วินาที = 0.52 เมตร รวมปล่องเดิม 20 เมตร = 20.52 เมตร

สมการที่ใช้ขณะนี้ เมื่อ y = 0 ได้สมการเป็นดังนี้

$$C = \frac{Q}{\pi \sigma y \sigma z \bar{u}} \exp\left[-\frac{1}{2}\frac{h^2}{\sigma z^2}\right]$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ที่ความเสถียรบรรยากาศ A ความเข้มข้นที่ระยะทาง 100 เมตร

$$C = \frac{24.8}{*25*16*2} \exp[-\frac{1}{2}\frac{(21.04)^2}{(16)^2}] = 0.001 \text{ มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร}$$

จากตารางที่แสดงผล (ตารางที่ 4.7) จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งปัญหาจะเกิดในกรณีการฟุ้งกระจายมาก เช่น Class A เป็นต้น ส่วนในเวลากลางคืน เช่น Class E พบว่าไม่ค่อยมีปัญหาเพราะว่าอากาศค่อนข้างเสถียร ควันลอยไปจะไม่กระจายลงสู่พื้นดินอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเผาศพมักจะกระทำกันตอนเย็นถึง

เย็นถึงค่ำ (เผาจริง) จึงทำให้ไม่มีปัญหากับประชาชนแถบใกล้เคียงเท่าใดนัก เพราะอากาศจะเริ่มเสถียรนั่นเอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย