

ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณสูงและความเข้มข้นรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน

ผลการวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณสูงด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบ EDX ที่ใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง พบว่า เหล็ก แคลเซียม มีปริมาณอยู่ในช่วง ราว 1-8 % และ 1-15 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบไทเทเนียมปริมาณน้อย (< 0.5 %) ในบางตัวอย่าง สำหรับธาตุเบาที่สำคัญ เช่น อะลูมิเนียม ซิลิคอน รวมทั้งกำมะถันไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบนี้ จึงต้องใช้เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแบบ WDX ในการวิเคราะห์ และได้ทำการวิเคราะห์ แคลเซียม กับ เหล็ก ด้วยเพื่อตรวจสอบผลกับที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแบบ EDX ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณ อะลูมิเนียม และ ซิลิคอน ส่วนใหญ่มีปริมาณต่ำกว่า 2-3 % ยกเว้น ตัวอย่างบางตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตัวอย่างที่มีปริมาณแก๊สสูงกว่า 50 % พบว่ามีปริมาณ อะลูมิเนียม และ ซิลิคอนอยู่ในช่วง 2-9 % และ 4-20 % ตามลำดับ ส่วนปริมาณแคลเซียม และ เหล็ก ที่วิเคราะห์ได้จากเครื่องวิเคราะห์ทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกัน ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ในตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กที่วิเคราะห์ได้กับปริมาณ กำมะถัน (จากผลทางเคมี) ตามแนวทางของ D. Page และ T. Piggins (2) พบว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นไปได้อย่างน่าพอใจในเชิงกราฟ ความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.881 นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณแก๊สมากกว่า 50 % ขึ้นไปมีการกระจายห่างจากเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุดเป็นส่วนใหญ่ จึงได้เขียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวใหม่โดยใช้ข้อมูลเฉพาะตัวอย่างที่มีปริมาณแก๊ต่ำกว่า 50 % ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งก็พบว่ามีความสัมพันธ์ดีขึ้น กล่าวคือได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเป็น 0.914

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดความเข้มข้นรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของ กำมะถัน และปริมาณแคลเซียม เหล็ก โทททาเนียม ของตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ WDX และ EDX ที่วัดรังสีเจอร์มาเนียม

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	* Is (WDX)	%Ca (WDX)	%Ca HPGe (EDX)	%Ca Average	%Fe (WDX)	%Fe HPGe (EDX)	Average %Fe	%Al (WDX)	%Si (WDX)	%Ti (EDX)
1	14.40	1.60	32678	3.99	4.29	4.14	1.64	1.74	1.69	0.83	1.75	-
2	15.00	1.70	33332	5.21	4.99	5.10	2.37	2.46	2.42	0.93	0.00	-
3	15.20	1.30	19173	3.20	3.02	3.11	1.18	1.37	1.28	0.89	2.44	-
4	15.20	1.70	25022	2.88	2.80	2.84	1.44	1.56	1.50	0.83	1.63	-
5	17.10	2.30	38715	3.47	3.32	3.40	2.02	2.10	2.06	1.02	0.00	-
6	18.40	2.10	35184	4.86	5.31	5.09	2.01	2.28	2.15	0.65	0.00	-
7	21.50	1.70	29887	7.77	7.26	7.51	2.42	2.43	2.42	1.30	0.00	-
8	21.90	2.20	36335	6.85	6.30	6.58	1.88	2.12	2.00	1.02	0.00	-
9	23.80	4.20	42764	0.85	0.93	0.89	4.45	4.34	4.39	3.89	6.23	0.11
10	24.70	3.30	48110	2.26	2.23	2.24	2.97	2.70	2.83	2.17	4.89	0.07
11	24.80	4.40	47029	0.88	0.88	0.88	4.10	3.70	3.90	3.34	5.74	0.08
12	25.70	3.90	45412	2.69	2.58	2.64	3.14	3.48	3.31	2.60	3.42	-
13	27.35	2.20	30063	3.32	3.39	3.35	2.21	2.29	2.25	2.87	3.67	0.02
14	30.72	2.10	30036	2.48	2.49	2.49	2.44	2.36	2.40	2.97	6.72	0.05
15	32.18	4.10	67695	12.99	12.82	12.90	2.36	2.29	2.33	0.83	0.72	-
16	34.60	2.20	31263	5.89	5.84	5.86	1.59	1.81	1.70	0.74	6.11	-
17	35.30	3.60	48023	5.25	5.03	5.14	3.73	3.49	3.61	3.34	3.79	0.04
18	35.65	3.70	68058	12.78	12.90	12.84	2.31	2.19	2.25	0.56	0.79	-
19	35.70	4.20	63893	13.64	13.23	13.44	2.23	2.07	2.15	0.78	0.00	-
20	35.80	4.40	72543	12.98	12.41	12.69	2.98	2.98	2.98	0.72	0.00	-
21	35.80	3.40	67499	13.24	12.91	13.08	2.26	2.10	2.18	0.83	0.49	-
22	36.30	4.00	62859	13.75	13.04	13.39	2.12	2.07	2.09	0.59	0.00	-
23	36.80	3.20	67465	13.75	13.84	13.80	2.15	2.13	2.14	0.41	0.00	-
24	37.60	4.90	69603	11.13	10.54	10.84	3.02	2.88	2.95	0.95	1.10	-
25	37.80	4.30	63934	14.46	13.19	13.83	2.56	2.35	2.46	0.93	0.00	-
26	37.90	3.60	65493	15.37	14.76	15.07	2.41	2.36	2.39	0.74	0.00	-
27	38.10	7.70	83167	6.34	6.01	6.17	6.35	5.26	5.81	1.41	0.00	-
28	39.10	4.90	65387	11.01	10.91	10.96	3.05	2.98	3.01	0.93	1.59	-
29	39.50	2.90	27658	1.14	1.16	1.15	3.07	2.88	2.97	5.47	11.61	0.26
30	39.75	3.50	61061	15.00	13.69	14.34	2.05	2.91	2.48	0.61	0.00	-

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	* Is (WDX)	%Ca (WDX)	%Ca HPGe (BDX)	%Ca Average	%Fe (WDX)	%Fe HPGe (BDX)	Average %Fe	%Al (WDX)	%Si (WDX)	%Ti (BDX)
31	40.10	9.00	103005	5.97	5.81	5.89	7.21	5.54	6.38	2.04	2.87	-
32	40.50	3.70	62584	15.07	14.61	14.84	2.42	2.37	2.39	0.74	1.04	-
33	40.70	7.20	96366	7.34	7.03	7.19	6.23	5.20	5.72	1.46	2.32	-
34	40.80	5.70	65649	9.01	8.57	8.79	3.84	3.59	3.71	1.67	0.37	-
35	41.30	8.90	81555	4.95	5.15	5.05	8.66	7.30	7.98	2.13	3.67	-
36	41.30	2.30	26325	1.01	1.12	1.06	2.76	2.48	2.62	6.03	13.14	0.14
37	42.00	2.40	29531	3.00	3.27	3.14	2.89	2.58	2.73	4.45	10.02	0.06
38	43.70	6.50	92192	8.80	8.41	8.61	3.13	5.37	4.25	1.58	3.48	-
39	44.40	7.30	74706	6.23	6.23	6.23	6.85	5.78	6.31	2.60	4.64	-
40	44.50	5.10	78096	9.66	9.39	9.52	3.60	3.25	3.43	1.85	4.28	-
41	46.10	7.20	70345	6.96	6.61	6.79	5.16	4.56	4.86	2.78	1.83	-
42	46.20	7.00	78150	8.93	8.96	8.94	5.95	5.17	5.56	1.48	2.63	-
43	46.50	7.40	78932	8.88	8.75	8.82	5.91	5.13	5.52	1.85	2.75	-
44	46.60	7.10	65749	5.37	5.33	5.35	5.16	4.70	4.93	3.89	4.46	-
45	48.00	2.90	28729	1.01	0.90	0.96	3.38	3.29	3.33	5.01	14.67	0.48
46	48.50	6.80	64425	4.64	4.53	4.58	5.64	4.80	5.22	3.89	5.26	0.04
47	49.10	6.70	73383	11.11	10.61	10.86	5.29	4.44	4.86	1.80	0.00	-
48	53.20	5.90	87907	1.05	1.33	1.19	7.31	6.78	7.04	6.49	10.02	0.15
49	53.80	4.70	56683	1.51	1.72	1.61	5.53	5.06	5.29	6.03	8.98	0.16
50	53.90	4.60	60272	1.10	1.44	1.27	4.90	4.60	4.75	7.60	17.48	0.18
51	54.50	4.20	59301	13.84	13.65	13.75	3.87	3.38	3.62	2.06	4.03	-
52	54.90	5.40	64517	1.99	2.40	2.20	3.64	5.96	4.80	6.49	15.52	0.13
53	55.30	4.50	78445	0.88	1.24	1.06	6.27	5.95	6.11	6.99	11.12	0.17
54	56.30	2.80	24464	0.85	0.90	0.87	3.16	3.25	3.20	5.75	16.26	0.29
55	62.90	3.90	82369	0.63	1.07	0.85	5.45	4.99	5.22	7.57	8.74	0.22
56	64.10	4.10	66625	0.75	1.17	0.96	4.68	4.34	4.51	8.53	12.22	0.28
57	64.20	4.10	42871	1.08	1.31	1.19	5.38	5.00	5.19	9.27	19.56	0.27
58	65.80	4.80	51340	4.52	4.80	4.66	4.92	4.50	4.71	7.05	18.70	0.10
59	66.20	4.60	73586	1.18	1.60	1.39	5.84	5.28	5.56	7.79	9.59	0.20
60	66.70	4.20	74148	1.23	1.57	1.40	5.94	5.31	5.63	8.07	9.66	0.29
61	68.60	5.80	54337	1.48	1.77	1.62	8.41	7.02	7.71	9.46	18.76	0.17

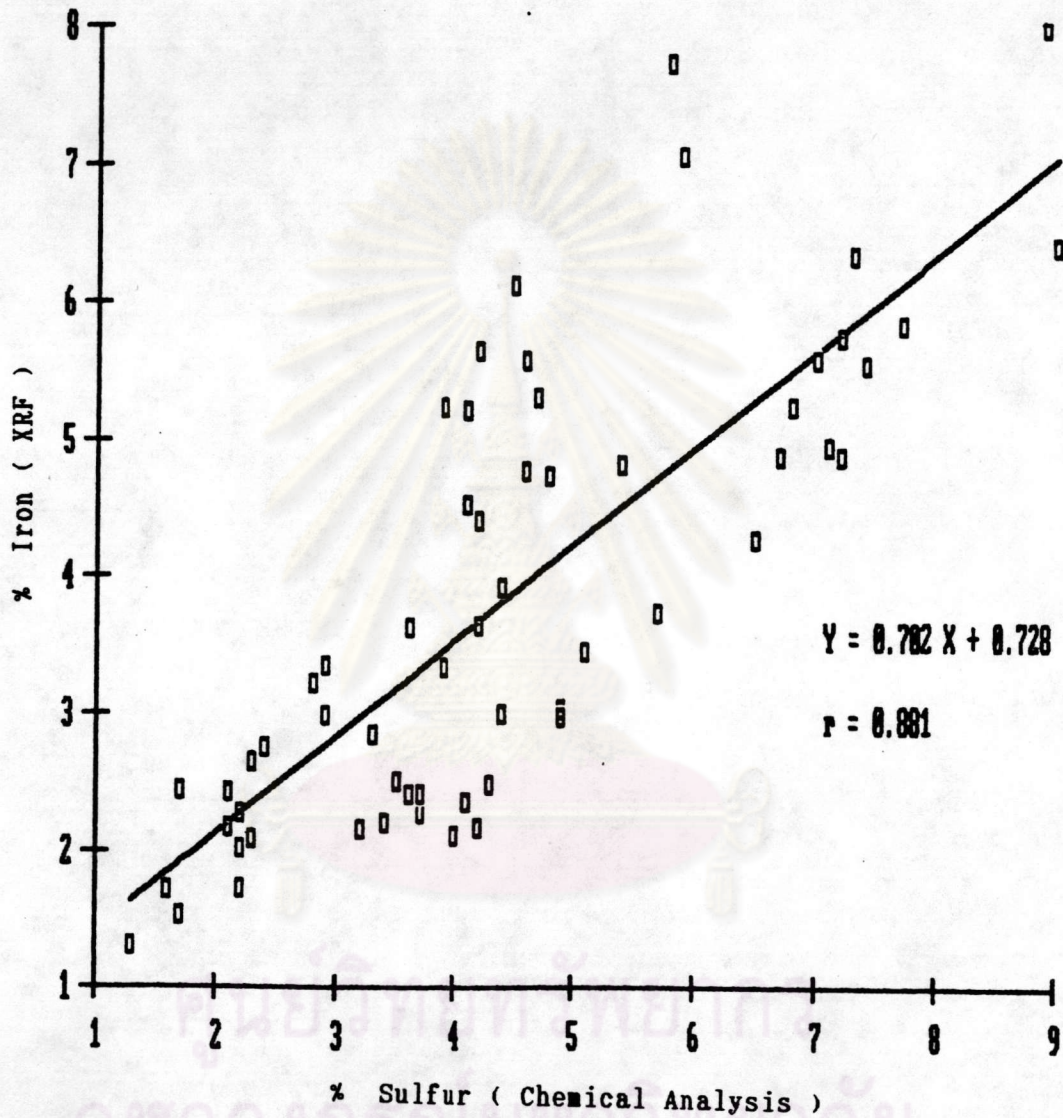
หมายเหตุ * : I_u คือ ความเข้มรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน เมื่อใช้เวลานับ

รังสี 60 วินาที

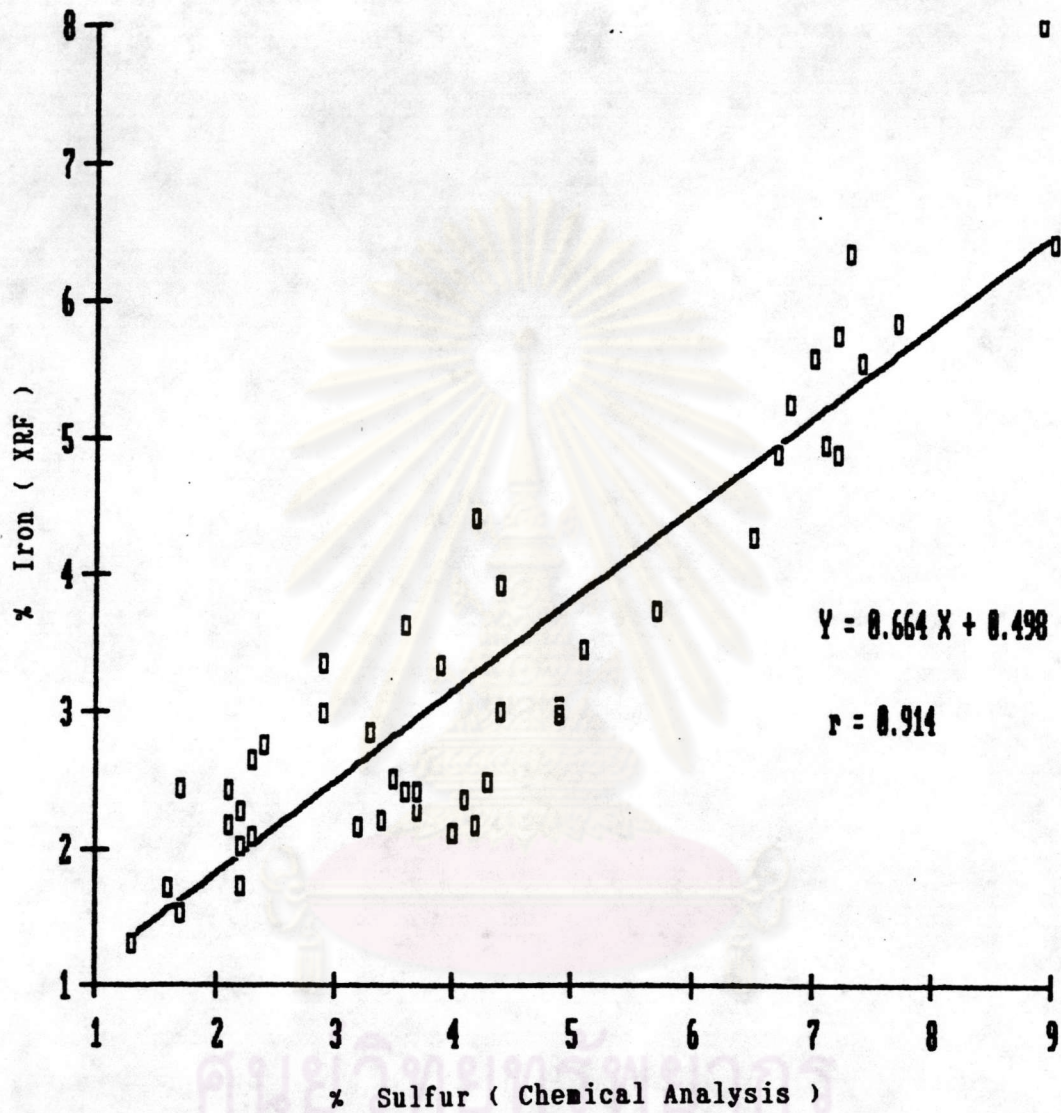
- หมายถึงวัดไม่พบไททาเนียม

ตารางที่ 4.2 ปริมาณกำมะถันรวมทั้งวิเคราะห์ทางเคมี กับปริมาณ เหล็กของ
ตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	%Fe	Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	Average %Fe
1	14.40	1.60	1.69	32	40.50	3.70	2.39
2	15.00	1.70	2.42	33	40.70	7.20	5.72
3	15.20	1.30	1.28	34	40.80	5.70	3.71
4	15.20	1.70	1.50	35	41.30	8.90	7.98
5	17.10	2.30	2.06	36	41.30	2.30	2.62
6	18.40	2.10	2.15	37	42.00	2.40	2.73
7	21.50	1.70	2.42	38	43.70	6.50	4.25
8	21.90	2.20	2.00	39	44.40	7.30	6.31
9	23.80	4.20	4.39	40	44.50	5.10	3.43
10	24.70	3.30	2.83	41	46.10	7.20	4.86
11	24.80	4.40	3.90	42	46.20	7.00	5.56
12	25.70	3.90	3.31	43	46.50	7.40	5.52
13	27.35	2.20	2.25	44	46.60	7.10	4.93
14	30.72	2.10	2.40	45	48.00	2.90	3.33
15	32.18	4.10	2.33	46	48.60	6.80	5.22
16	34.60	2.20	1.70	47	49.10	6.70	4.86
17	35.30	3.60	3.61				
18	35.65	3.70	2.25	48	53.20	5.90	7.04
19	35.70	4.20	2.15	49	53.80	4.70	5.29
20	35.80	4.40	2.98	50	53.90	4.60	4.75
21	35.80	3.40	2.18	51	54.50	4.20	3.62
22	36.30	4.00	2.09	52	54.90	5.40	4.80
23	36.80	3.20	2.14	53	55.30	4.50	6.11
24	37.60	4.90	2.95	54	56.30	2.80	3.20
25	37.80	4.30	2.46	55	62.90	3.90	5.22
26	37.90	3.60	2.39	56	64.10	4.10	4.51
27	38.10	7.70	5.81	57	64.20	4.10	5.19
28	39.10	4.90	3.01	58	65.80	4.80	4.71
29	39.50	2.90	2.97	59	66.20	4.60	5.56
30	39.75	3.50	2.48	60	66.70	4.20	5.63
31	40.10	9.00	6.38	61	68.60	5.80	7.71



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ เหล็ก กับปริมาณกำมะถัน ของตัวอย่าง
ลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง



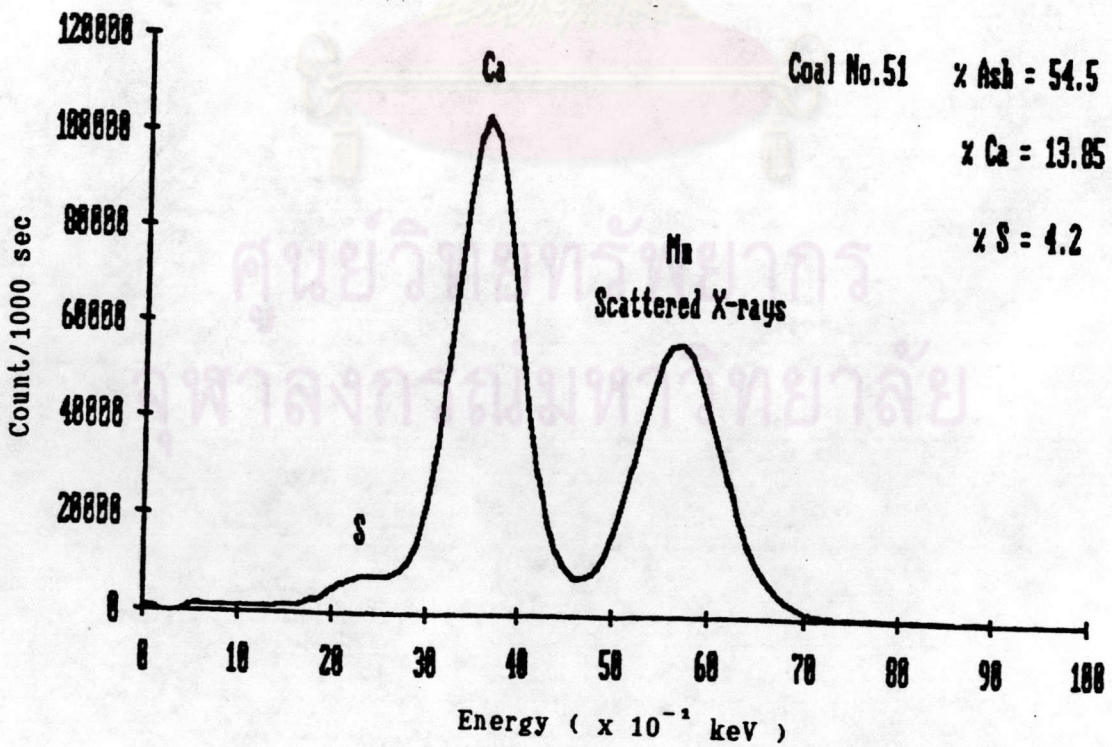
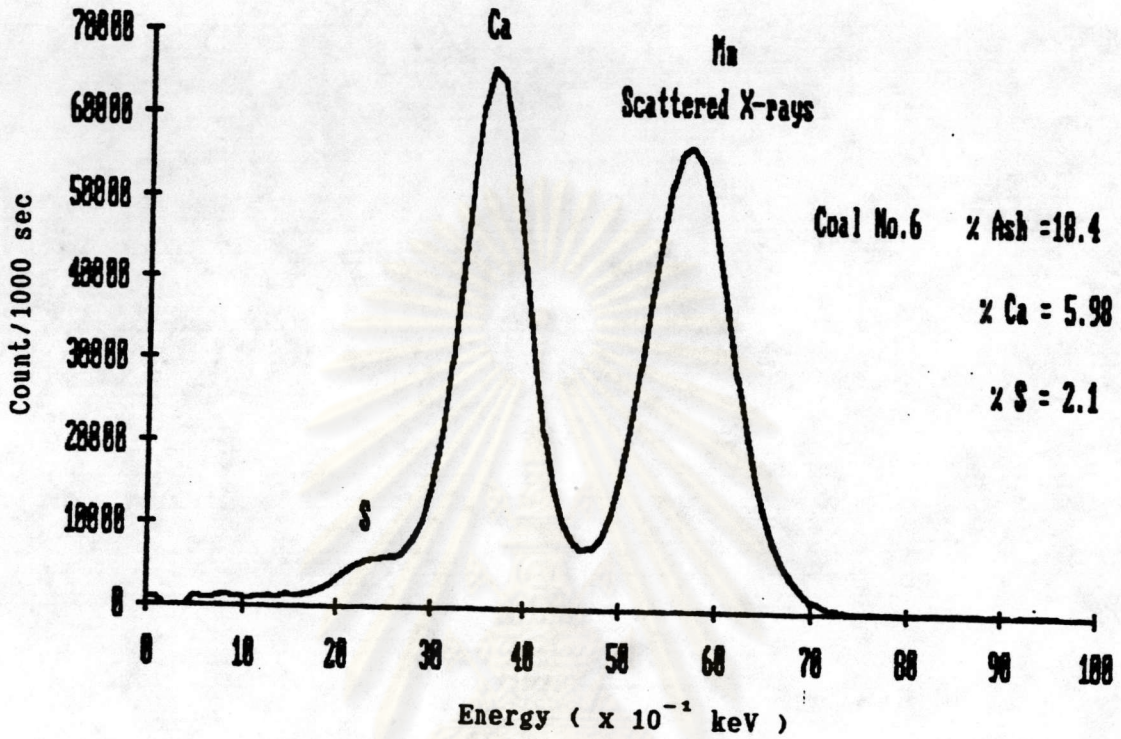
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ เหล็ก กับ ปริมาณกำมะถัน ของตัวอย่าง
ลิกไนต์ที่มีปริมาณต่ำกว่าไม่เกิน 50 %

ทำให้เห็นว่ามีทางเป็นไปได้ที่จะใช้วิธีวิเคราะห์ค่ามะถันโดยทางอ้อม กล่าวคือทำการวิเคราะห์เหล็ก (ซึ่งง่ายกว่า) เพื่อหาปริมาณค่ามะถัน

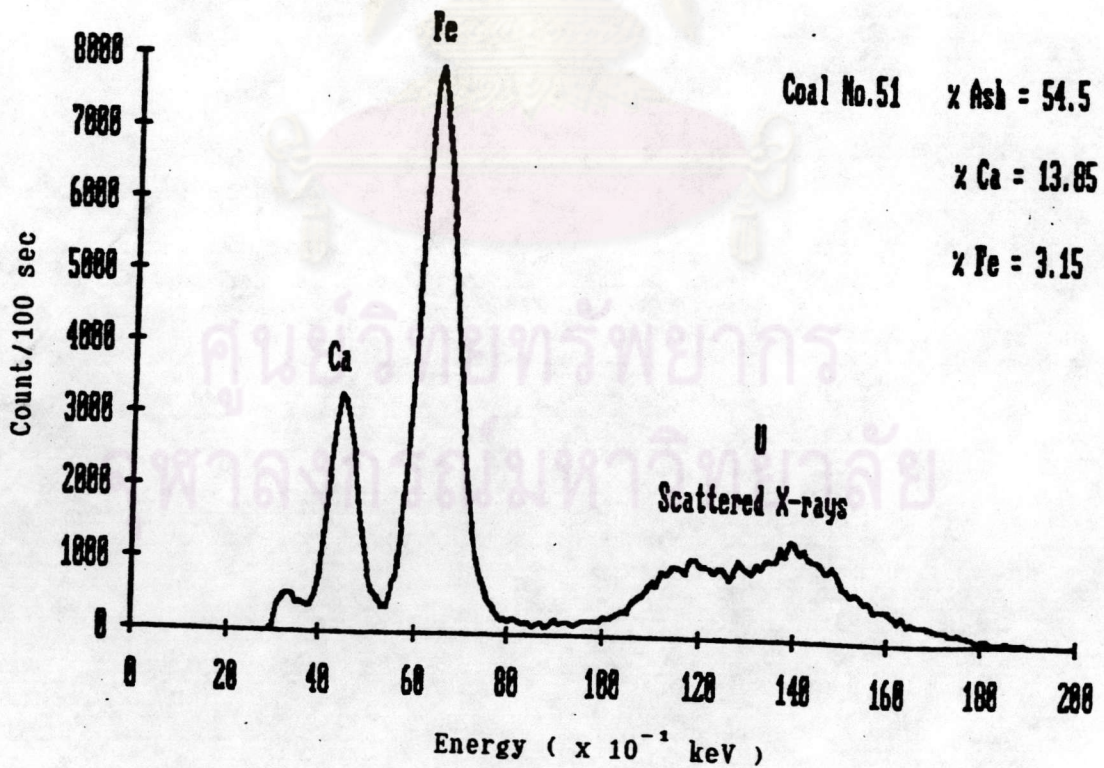
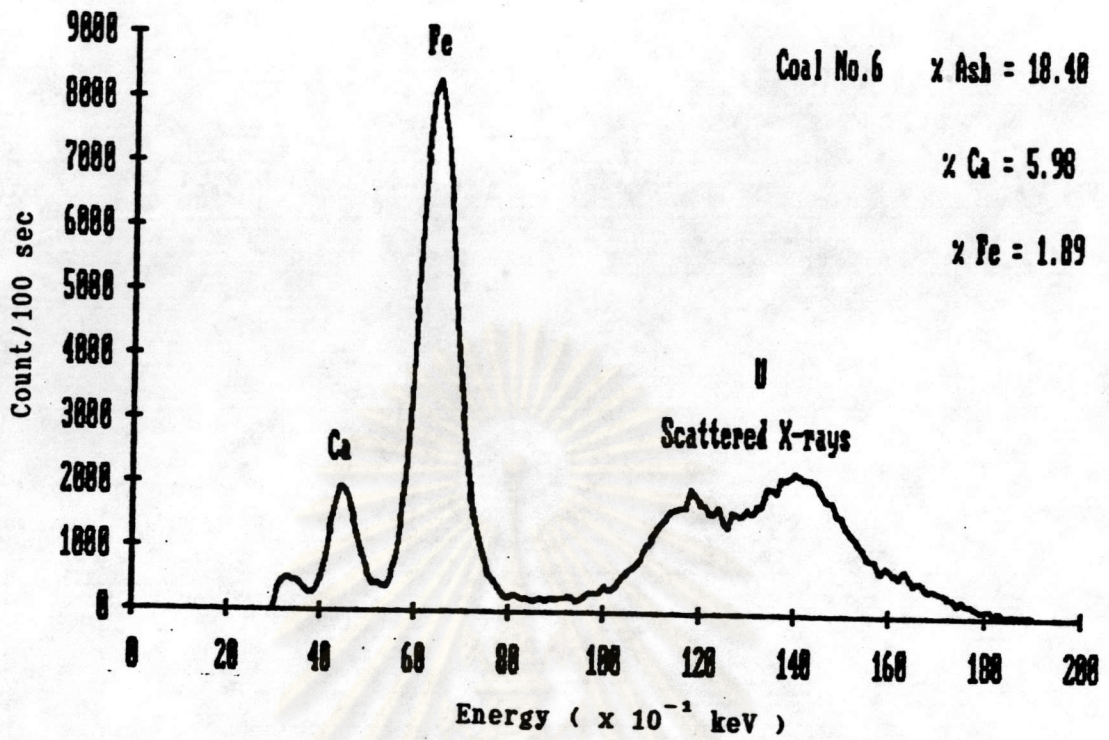
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์เรื่องของค่ามะถันที่วัดได้จากเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรื่องแบบ WDX กับปริมาณค่ามะถันที่วิเคราะห์ได้จากวิธีทางเคมี พบว่าจะมีความสอดคล้องกันเฉพาะตัวอย่าง ที่มีส่วนประกอบ ใกล้เคียงกันเท่านั้น แต่ปริมาณ อะลูมิเนียม และ ซิลิคอน ส่วนใหญ่มีความแปรปรวนน้อย ยกเว้นในกรณีที่มีปริมาณกำมะถันสูงราว 50 % ขึ้นไป ถ้าจะใช้วิธีวิเคราะห์ค่ามะถันโดยตรงด้วยวิธีเทียบค่ากับด้านหินมาตรฐาน ที่มีปริมาณกำมะถัน แคลเซียม และเหล็ก ใกล้เคียงกัน จึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่จะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ตัวอย่าง เช่น ตัวอย่างด้านหินมาตรฐาน SRM 2685 มีปริมาณกำมะถัน 16.35 % แคลเซียม 0.57 % เหล็ก 2.92 % ใช้เทียบกับตัวอย่างด้านหิน G ซึ่งมีปริมาณกำมะถัน 11.3 % แคลเซียม 0.15 % ผลวิเคราะห์จะแตกต่างจากวิธีทางเคมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คืออ่านได้ 2.956 % (ทางเคมี 2.8 %) เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ EDX ที่ใช้
 หัววัดรังสีแบบ พรอพอร์ชันนัล



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของตัวอย่างลิกไนต์ เมื่อใช้ต้นกำเนิดรังสี
 เหล็ก-55 และหัววัดรังสีพรอพอร์ชันนัลแบบบรรจุก๊าซริปตอน



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของตัวอย่างลิกไนต์ เมื่อใช้ต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238 และหัววัดรังสีพรอพอร์ชันนัลแบบบรรจุก๊าซคริสตอล

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดความเข้มข้นสีเอกซ์เฉพาะตัวของกำมะถัน และ ปริมาณ
แคลเซียม กับ เหล็ก ของตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่างโดยใช้เครื่อง
วิเคราะห์แบบ EDX หัววัดรังสีพรอบพอร์ซันนัล

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	* Is	%Ca	%Fe
1	14.40	1.60	6115	4.11	1.31
2	15.00	1.70	8919	5.71	2.05
3	15.20	1.30	4447	3.29	0.94
4	15.20	1.70	6138	3.36	1.14
5	17.10	2.30	9537	3.63	1.71
6	18.40	2.10	9829	5.98	1.88
7	21.50	1.70	6523	7.18	2.13
8	21.90	2.20	8548	6.03	1.61
9	23.80	4.20	7481	1.18	3.95
10	24.70	3.30	10261	1.82	2.31
11	24.80	4.40	9135	1.12	3.23
12	25.70	3.90	8117	3.74	3.08
13	27.35	2.20	7579	2.98	1.85
14	30.72	2.10	6918	2.08	1.97
15	32.18	4.10	14709	15.08	1.83
16	34.60	2.20	6490	5.99	1.44
17	35.30	3.60	11626	5.32	3.10
18	35.65	3.70	14877	14.57	1.70
19	35.70	4.20	14540	13.04	1.68
20	35.80	4.40	16355	12.03	2.60
21	35.80	3.40	16426	14.08	1.79
22	36.30	4.00	14561	13.02	1.68
23	36.80	3.20	15178	13.64	1.79
24	37.60	4.90	14701	10.42	2.55
25	37.80	4.30	14024	15.61	2.15
26	37.90	3.60	14382	14.16	2.07
27	38.10	7.70	21470	5.66	5.35
28	39.10	4.90	15258	10.65	2.75
29	39.50	2.90	5527	1.08	2.55
30	39.75	3.50	15120	9.78	2.72

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	* Is	%Ca	%Fe
31	40.10	9.00	18553	4.78	5.62
32	40.50	3.70	14941	14.58	2.02
33	40.70	7.20	17074	6.37	5.54
34	40.80	5.70	14624	6.41	3.44
35	41.30	8.90	17578	3.97	7.61
36	41.30	2.30	4205	0.92	2.07
37	42.00	2.40	5456	2.83	2.28
38	43.70	6.50	16211	7.65	5.64
39	44.40	7.30	14347	4.74	6.10
40	44.50	5.10	13222	9.14	3.08
41	46.10	7.20	13516	6.22	4.66
42	46.20	7.00	17207	6.94	5.03
43	46.50	7.40	15486	9.53	5.40
44	46.60	7.10	11877	4.91	4.61
45	48.00	2.90	5985	1.32	2.92
46	48.60	6.80	12848	4.26	4.81
47	49.10	6.70	14051	9.53	4.36
48	53.20	5.90	11293	1.66	7.31
49	53.80	4.70	8791	1.9	5.23
50	53.90	4.60	7929	1.39	4.59
51	54.50	4.20	13783	13.85	3.15
52	54.90	5.40	8998	2.39	6.48
53	55.30	4.50	8306	1.35	6.41
54	56.30	2.80	5769	1.55	2.94
55	62.90	3.90	5755	1.33	5.13
56	64.10	4.10	4173	1.58	4.30
57	64.20	4.10	4329	1.87	5.19
58	65.80	4.80	6559	5.03	4.52
59	66.20	4.60	5644	1.86	5.60
60	66.70	4.20	5943	2.08	5.51
61	68.60	5.80	5547	2.15	7.63

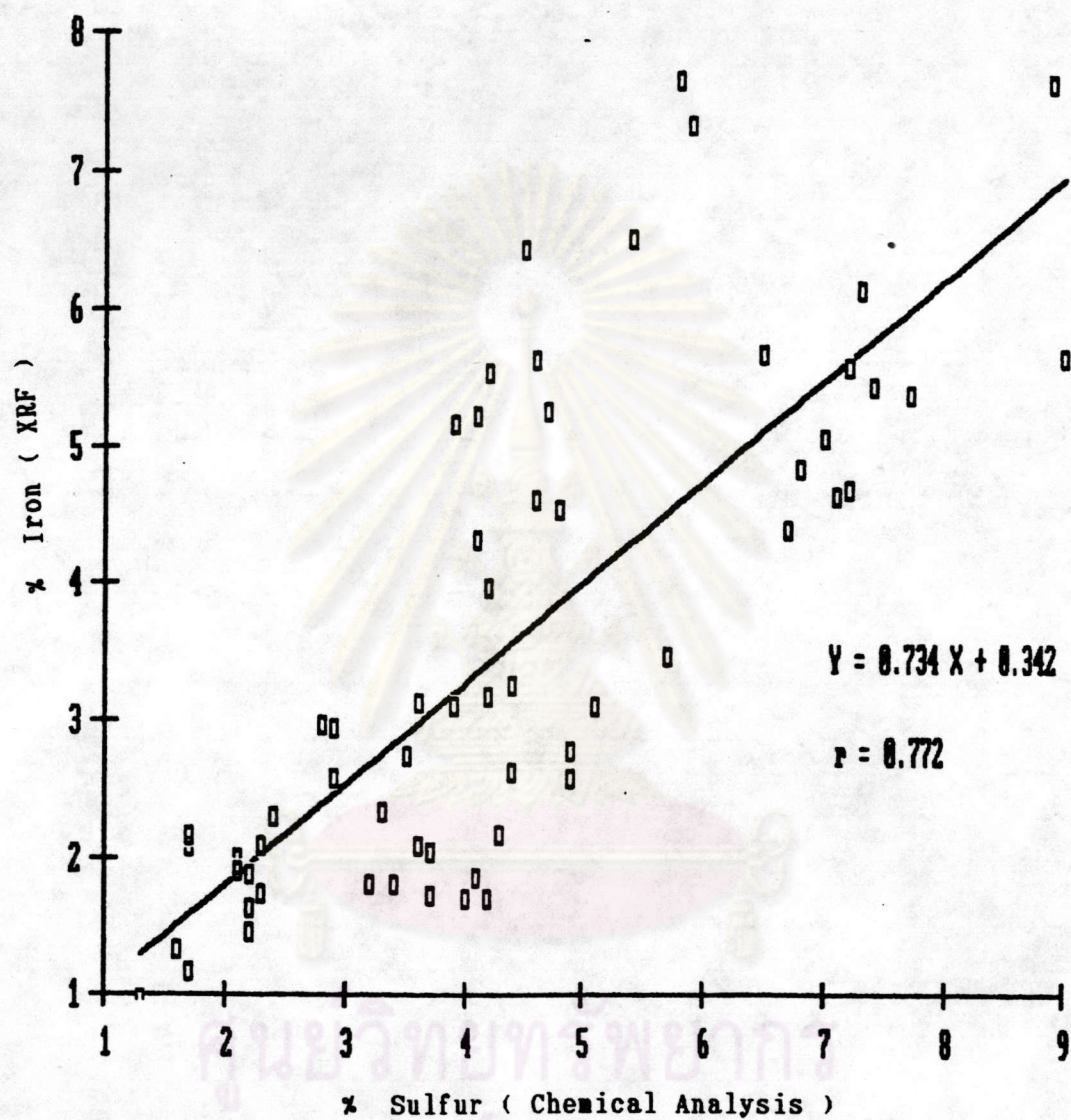
หมายเหตุ * : I เป็นความเข้มรังสีเอกซ์เรืองสฤทธิของกำมะถัน โดยใช้ระยะเวลา
เวลานับรังสี 1000 วินาที

ตารางที่ 4.4 ปริมาณกำมะถันรวมที่วิเคราะห์ทางเคมี กับปริมาณ เหล็กที่

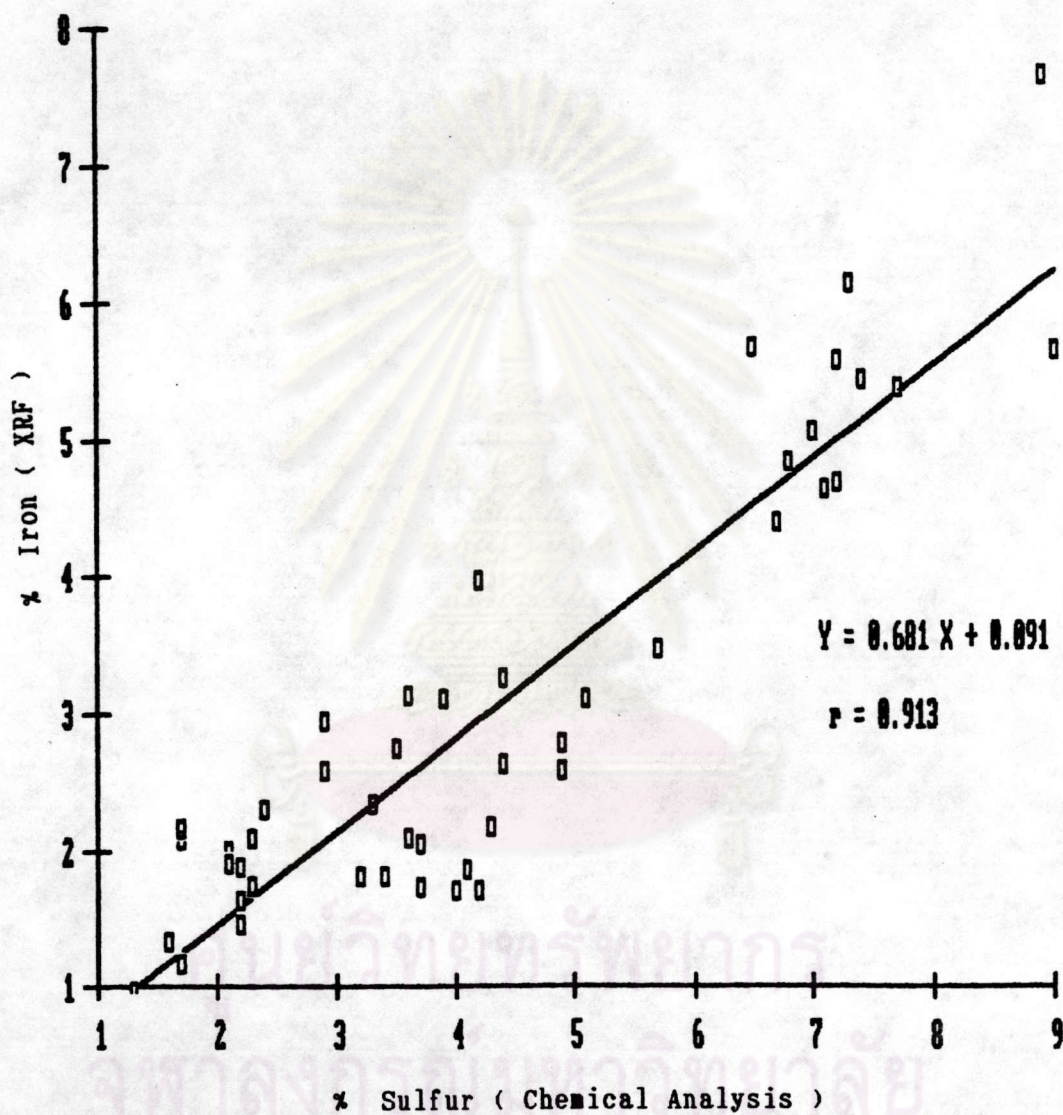
วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสง EDX

หัววัดพรอพอร์ซันัลบรจก้าชี่นออนจากตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง

Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	%Fe	Coal No.	%ASH Chemical Analysis	% Total Sulfur Chemical Analysis	%Fe
1	14.40	1.60	1.31	32	40.50	3.70	2.02
2	15.00	1.70	2.05	33	40.70	7.20	5.54
3	15.20	1.30	0.94	34	40.80	5.70	3.44
4	15.20	1.70	1.14	35	41.30	8.90	7.61
5	17.10	2.30	1.71	36	41.30	2.30	2.07
6	18.40	2.10	1.88	37	42.00	2.40	2.28
7	21.50	1.70	2.13	38	43.70	6.50	5.64
8	21.90	2.20	1.61	39	44.40	7.30	6.10
9	23.80	4.20	3.95	40	44.50	5.10	3.08
10	24.70	3.30	2.31	41	46.10	7.20	4.66
11	24.80	4.40	3.23	42	46.20	7.00	5.03
12	25.70	3.90	3.08	43	46.50	7.40	5.40
13	27.35	2.20	1.85	44	46.60	7.10	4.61
14	30.72	2.10	1.97	45	48.00	2.90	2.92
15	32.18	4.10	1.83	46	48.60	6.80	4.81
16	34.60	2.20	1.44	47	49.10	6.70	4.36
17	35.30	3.60	3.10				
18	35.65	3.70	1.70	48	53.20	5.90	7.31
19	35.70	4.20	1.68	49	53.80	4.70	5.23
20	35.80	4.40	2.60	50	53.90	4.60	4.59
21	35.80	3.40	1.79	51	54.50	4.20	3.15
22	36.30	4.00	1.68	52	54.90	5.40	6.48
23	36.80	3.20	1.79	53	55.30	4.50	6.41
24	37.60	4.90	2.55	54	56.30	2.80	2.94
25	37.80	4.30	2.15	55	62.90	3.90	5.13
26	37.90	3.60	2.07	56	64.10	4.10	4.30
27	38.10	7.70	5.35	57	64.20	4.10	5.19
28	39.10	4.90	2.75	58	65.80	4.80	4.52
29	39.50	2.90	2.55	59	66.20	4.60	5.60
30	39.75	3.50	2.72	60	66.70	4.20	5.51
31	40.10	9.00	5.62	61	68.60	5.80	7.63



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กกับปริมาณกำมะถัน ของตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ EDX หัววัดพรอพอร์ชันนัล บรรจุก๊าซซีนอน



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก กับ ปริมาณ กำมะถัน ของตัวอย่างลิกไนต์ 47 ตัวอย่างที่มีปริมาณเข้าไม่เกิน 50 % โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ EDX หัววัดพรอพอร์ชันัลบรรจุก๊าซซีออน



ผลการวิจัยพบว่าปริมาณ เหล็ก และ แคลเซียม ที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์แบบ WDX และแบบ EDX ที่ใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ส่วนพีคของกำมะถันสามารถเห็นได้ชัดเจนภายหลังจากลบแบบคราวน์คออกแล้วเนื่องจากปริมาณกำมะถันในตัวอย่างไม่เกินกว่า 1 % ทุกตัวอย่าง ดังนั้นการใช้หัววัดพรอพอร์ชันนัล ในการวิเคราะห์กำมะถันโดยตรง หรือโดยทางอ้อมด้วยการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กจึงสามารถกระทำได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก กับปริมาณ กำมะถัน แล้วพบว่ามีความสัมพันธ์ตามรูปที่ 4.6 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.913 เมื่อคิดเฉพาะตัวอย่างที่มีปริมาณเกินกว่า 50 % ลงมา ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันของตัวอย่างลีกไนต์ 10 ตัวอย่าง และ กำมะถันมาตรฐาน 2 ตัวอย่างโดยนำค่าปริมาณเหล็กที่วิเคราะห์ได้ไปอ่านกราฟในรูปที่ 4.6 แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณกำมะถันที่อ่านได้จากกราฟ 9 ตัวอย่างผิดพลาดไปจากผลของวิธีทางเคมีไม่เกิน 1 % อีก 1 ตัวอย่างผิดพลาดไป 1.71 % ส่วนกำมะถันมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง ได้ค่าสูงกว่าค่าที่ถูกต้องประมาณ 0.4 % ทั้งสองตัวอย่าง

สำหรับการ วิเคราะห์โดยตรง ด้วยการ เทียบอัตราส่วนของ ความเข้มรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน ระหว่างตัวอย่างกับลีกไนต์มาตรฐานที่มีส่วนประกอบใกล้เคียงกันนั้น ในที่นี้พิจารณาได้จากปริมาณแคลเซียม เหล็ก และกำมะถัน เช่นเดียวกันกับในหัวข้อที่ 4.1 ถ้าพิจารณาความเข้มรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน กับ ปริมาณกำมะถันที่ได้จากวิธีทางเคมี แล้วจะเห็นว่ามีค่าสอดคล้องกันเฉพาะตัวอย่างที่มีส่วนประกอบใกล้เคียงกันเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ลีกไนต์หมายเลข 3, 4, 5 หรือ ลีกไนต์หมายเลข 10, 13, 14 เป็นต้น จะมีความสอดคล้องกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ในการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างลีกไนต์ 10 ตัวอย่าง และกำมะถันมาตรฐาน 2 ตัวอย่างโดยวิธีนี้ พบว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่มีปริมาณกำมะถัน แคลเซียม และเหล็ก ใกล้เคียงกัน ในตารางที่ 4.3 แล้วผลวิเคราะห์จะแตกต่างกับค่าที่ถูกต้องหรือผลจากวิธี

ทางเคมีเพียงเล็กน้อยไม่เกิน 1.5 % สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาณเถ้าไม่เกิน 30 % ยกเว้น ตัวอย่าง A และตัวอย่าง D ซึ่งมีปริมาณเถ้าสูง ในทางกลับกัน สำหรับตัวอย่างที่ไม่มี ตัวที่เหมาะสมในตารางที่ 4.3 เทียบ เมื่อเลือกเอาตัวที่ใกล้เคียงที่สุดมาเทียบก็ได้ผลแตกต่างกันไปมากเช่นกัน เช่น ตัวอย่างหมายเลข J เทียบกับตัวอย่างลิกไนต์ หมายเลข 24 , 28 , 30 ในตารางที่ 4.3 จะให้ผลผิดพลาดไปจากวิธีวิเคราะห์ทางเคมีมากเช่นกัน

การหาปริมาณเถ้าของลิกไนต์สามารถทำได้โดยใช้ อุปกรณ์ชุดเดียวกับ การวิเคราะห์กำมะถัน แคลเซียม และ เหล็ก คือใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์ กระเจิงกลับของ U L x-ray กับปริมาณเถ้า ตามแนวทางการวิจัยของสมเกียรติ (7) สำหรับ ความสัมพันธ์ที่ได้จากผลการวิจัยนี้แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.7 และกราฟรูปที่ 4.7 โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.834

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถัน โดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณ
เหล็กของตัวอย่างลิกไนต์ 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างถ่านหิน
มาตรฐาน 2 ตัวอย่าง

Coal No.	% Fe	% S (จากกราฟรูปที่ 4.5)	% S (Chemical Analysis)	Difference
A	2.05	2.88	2.00	- 0.88
B	1.98	2.77	3.20	0.43
C	2.10	2.95	2.90	-0.05
D	1.60	2.22	1.40	-0.82
E	1.01	1.35	1.40	0.05
F	0.15	0.09	1.80	1.71
G	2.29	3.23	2.80	-0.43
H	3.40	0.64	0.79	1.03
I	2.80	3.98	4.00	0.02
J	4.20	6.03	6.70	0.66
SRM 2683	1.07	1.44	1.85	0.41
SRM 2685	2.92	4.15	4.62	0.47

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์กำมะถันโดยตรงของตัวอย่างลิกไนต์
10 ตัวอย่างและตัวอย่างกำหนดมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง

Coal No.	% Ash	% Ca	% Fe	ตัวอย่างที่ * ใช้เทียบ	% S		Difference
					Chem.	XRF	
A	53.80	1.09	2.05		2.0		
	48.00	1.32	2.92	45	2.0	1.1	0.9
	53.80	1.90	5.29	49	2.0	1.2	0.8
	53.90	1.39	4.59	50	2.0	1.3	0.7
	56.30	1.55	2.94	54	2.0	1.1	0.9
B	24.40	4.95	1.98		3.2		
	17.1	3.63	1.71	5	3.2	2.4	0.8
	18.4	5.98	1.89	6	3.2	2.1	1.1
	21.0	6.03	1.61	8	3.2	2.6	0.6
	27.35	2.98	1.85	13	3.2	2.9	0.3
C	27.5	4.84	2.10		2.9		
	25.7	3.74	3.08	12	2.9	4.4	1.5
	27.35	2.98	1.85	13	2.9	2.7	0.2
	34.6	5.99	1.44	16	2.9	3.1	0.2

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Coal No.	% Ash	% Ca	% Fe	ตัวอย่างที่ * ใช้เทียบ	% S		Difference
					Chem.	XRF	
D	43.8	0.89	1.60		1.4		
	41.3	0.92	2.07	36	1.4	0.9	0.5
	48.0	1.31	2.92	45	1.4	0.8	0.6
E	37.2	0.35	1.01		1.4		
	39.5	1.08	2.55	29	1.4	1.4	0.0
F	2.4	0.34	0.15		1.8		
	6.85	0.23	1.07	SRM 2683	1.8	2.0	0.2
G	11.3	0.15	0.15		2.8		
	6.85	0.23	1.07	SRM 2683	2.8	2.3	0.5
	16.35	0.57	2.92	SRM 2685	2.8	3.0	0.2

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

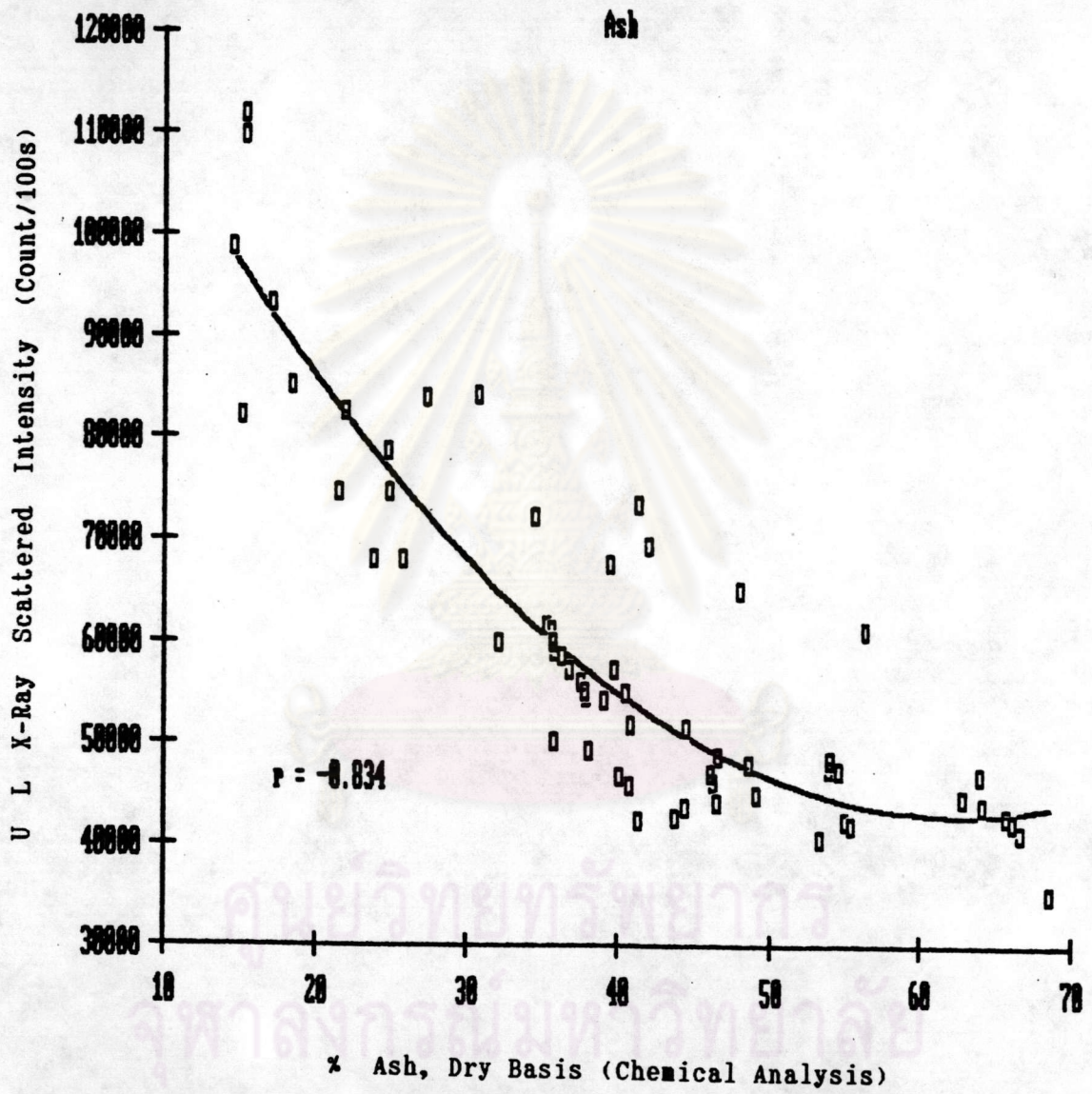
Coal No.	% Ash	% Ca	% Fe	ตัวอย่างที่ * ใช้เทียบ	% S		Difference
					Chem.	XRF	
H	3.4	2	0.79		0.64		
	6.85	0.23	1.07	SRM 2683	0.64	0.12	0.52
I	12.7	1.41	2.80		4		
	6.85	0.23	1.07	SRM 2683	4	3.2	0.8
	16.53	0.57	2.92	SRM 2685	4	4.1	0.1
J	37.4	9.03	4.20		6.7		
	37.6	10.42	2.55	24	6.7	4.9	1.8
	39.1	10.65	2.75	28	6.7	4.7	2.0
	39.75	9.78	2.72	30	6.7	3.4	3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ : * หมายเลขตัวอย่างลิไนต์จากตารางที่ 4.3 ที่นำมาเทียบหา % S

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดความเข้มรังสีเอกซ์กระเจิงกลับ U L X - rays
กับปริมาณเถ้าในตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง

Coal No.	% Ash Chemical Analysis	X-ray Intensity U		Coal No.	% Ash Chemical Analysis	X-ray Intensity U	
		L	X-Rays (100sec)			L	X-Rays (100sec)
1	14.40		98523	31	40.10		46403
2	15.00		81888	32	40.50		54728
3	15.20		109511	33	40.70		45522
4	15.20		111523	34	40.80		51491
5	17.10		92984	35	41.30		42037
6	18.40		84872	36	41.30		73195
7	21.50		74401	37	42.00		69060
8	21.90		82271	38	43.70		42304
9	23.80		67809	39	44.40		43399
10	24.70		78456	40	44.50		51279
11	24.80		74287	41	46.10		46723
12	25.70		67747	42	46.20		45883
13	27.35		83686	43	46.50		43814
14	30.72		83897	44	46.60		48315
15	32.18		59687	45	48.00		64773
16	34.60		71987	46	48.60		47642
17	35.30		61214	47	49.10		44686
18	35.65		60791	48	53.20		40286
19	35.70		59650	49	53.80		47238
20	35.80		49850	50	53.90		48042
21	35.80		58810	51	54.50		46962
22	36.30		58247	52	54.90		42087
23	36.80		56901	53	55.30		41559
24	37.60		55708	54	56.30		60901
25	37.80		54890	55	62.90		44367
26	37.90		54241	56	64.10		46628
27	38.10		48938	57	64.20		43617
28	39.10		53881	58	65.80		42455
29	39.50		67231	59	66.20		41962
30	39.75		56865	60	66.70		40804
				61	68.60		34820



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์กระเจิงกลับ U L X-rays กับปริมาณเถ้าในตัวอย่างลิกไนต์ 61 ตัวอย่าง