

Electron Microscopic Study of Asbestos Fibers in the Flat Sheet Tile (from lid of the drinking water jar)

มะลิวัลย์ นามกิง*

วรรณิ์ บัวบูชา*

สมศิริ รตนสุวรรณ*

สมพงษ์ พูลสวัสดิ์**

*ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**Professor of Allied Health Sciences Los Angeles College
Los Angeles Community Colleges District Monterey Park,
CA 91754

Electron Microscopic Study of Asbestos Fibers in the Flat Sheet Tile (from lid of the drinking water jar)

M. Namking* Ph.D., W. Buaboocha* M.Sc., S. Ratanasuwan* M.Sc. and S. Poolsawat** M.D., Ph.D.

*Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

**Professor of Allied Health Sciences Los Angeles College Los Angeles Community Colleges District Monterey Park, CA 91754

This study was undertaken to examine the presence of asbestos fibers in flat sheet tile which is used as a lid of the drinking water jar from one family in Ampour Nampong Khon Kaen province. Technically, friable materials from the above mentioned flat sheet tile were scraped, processed and examined under the transmission electron microscopy (TEM) equipped with selected area electron diffraction (SAED). Our study revealed that the compositions of the flat sheet tile were amosite, chrysotile, anthophyllite and other unknown fibrous minerals and these minerals cannot be easily destroyed or degraded. The size and shape of these fibers permit them to remain airborne for long periods of time and to contaminate our environment. Exposure to these fibers has been found to induce mesothelioma of the pleura and peritoneum as well as other organs after a latent periods of about 20 to 40 years.

การศึกษานี้ต้องการค้นหาเส้นใย asbestos ในชิ้นส่วนของกระเบื้องแผ่นเรียบที่นำมาจากฝาปิดโอ่งน้ำดื่มของครอบครัวหนึ่ง ใน อ.น้ำพอง จ. ขอนแก่น จากการค้นคว้าวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการ

ได้รับเส้นใย asbestos เข้าสู่ร่างกาย จะก่อให้เกิดมะเร็งได้ วิธีการศึกษา ได้ขูดเอาผงจากกระเบื้องแผ่นเรียบดังกล่าวมาวิเคราะห์ โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (TEM) และใช้วิธี se-

lected area electron diffraction (SAED) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาชนิดของ asbestos พบว่าส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบมี asbestos ชนิด amosite, chrysotile, anthophyllite และเส้นใยอื่นๆ ที่ยังวิเคราะห์ไม่ได้อยู่หลายชนิด เมื่อเส้นใยเหล่านี้ฟุ้งกระจายปนกับฝุ่นละอองในอากาศ มันจะอยู่ได้นานและถูกทำลายได้ยาก ทำให้ประชาชนมีโอกาสได้รับเส้นใย asbestos เหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย อันจะก่อให้เกิดมะเร็ง ของอวัยวะต่างๆ อาทิเช่น มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่ ฯลฯ ภายใน 20-40 ปี ภายหลังจากได้รับ asbestos เข้าไป

ปัจจุบันได้มีการศึกษาพบว่าสิ่งแวดล้อมเป็นพิษสาเหตุจากการเจริญและขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วนี้มีมากมาย โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ เช่นกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าอากาศที่หายใจเข้าไปเต็มไปด้วยควันพิษ แม้มีน้ำลากล่องน้ำเสียจนสัตว์น้ำแทบจะอาศัยอยู่ไม่ได้ แต่มลภาวะบางอย่างมิได้จำกัดอยู่แต่ในเมืองใหญ่ๆ เท่านั้น ในปัจจุบันได้แพร่ขยายไปทั่วทุกหนแห่ง โดยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของประชาชนและการขาดความเอาใจใส่จากหน่วยงานของรัฐที่จะควบคุมการกระจายสิ่งเป็นพิษเหล่านี้ นั่นคือการกระจายของเส้นใย asbestos ซึ่งเป็นสารพิษที่มีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ใช้เป็นส่วนประกอบในวัสดุก่อสร้างหลายอย่าง เช่น ปูนซีเมนต์ ฉนวนหุ้มระบบท่อต่างๆ เบรครถยนต์ วัสดุกันไฟ สเปรย์บางอย่างและสารเคมีอื่นๆ อีกหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง การได้รับสาร asbestos เข้าไปในร่างกายพบว่าจะก่อให้เกิดโรคปอดที่เรียกว่า asbestosis และยังมีส่วนสัมพันธ์กับสาเหตุที่ก่อให้เกิดมะเร็งในปอด โดยเฉพาะในคนที่สูบบุหรี่แล้วได้รับสาร asbestos พบว่าโอกาสเกิดมะเร็งปอดมีสูงมาก นอกจากนี้ asbestos ยังก่อให้เกิดมะเร็งของเยื่อ-

บุช่องท้อง มะเร็งของหลอดอาหาร ตลอดจนมะเร็งลำไส้ใหญ่⁽¹⁻⁷⁾ แต่ระยะฟักตัวที่ก่อให้เกิดมะเร็งของอวัยวะต่างๆ เหล่านี้ อาจใช้เวลานาน 20 - 40 ปี หลังจากได้รับ asbestos เข้าไป ในประเทศที่เจริญแล้ว เช่นสหรัฐอเมริกาได้มีหน่วยงานที่เรียกว่า Environmental Protection Agency (EPA) ทำหน้าที่ควบคุมป้องกันการกระจายของ asbestos สู่ประชาชน โดยเฉพาะในโรงเรียน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังอายุน้อย เมื่อได้รับสารนี้เข้าไปจะมีช่วงชีวิตที่เหลืออยู่ในระยะเวลาฟักตัวของโรครีได้มาก

ในบ้านเราซึ่งไม่มีหน่วยงานที่สำรวจและควบคุมการใช้สาร asbestos ทำให้สารนี้เป็นส่วนประกอบอยู่ในวัสดุก่อสร้างมากมาย ตัวอย่างที่ผู้ศึกษาได้ลองนำมาศึกษาอย่างหนึ่ง คือ วัสดุที่ใช้ทำฝ้าเพดานประเภทกระเบื้องแผ่นเรียบ ซึ่งประชาชนนิยมนำมาทำฝ้าเพดาน ทำฝ้ากันห้อง และในชนบทนิยมใช้ทำฝาปิดโอ่งน้ำดื่ม โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

วัสดุและวิธีการ

นำชิ้นส่วน 2 ชิ้นของกระเบื้องแผ่นเรียบที่เป็นฝาปิดโอ่งน้ำดื่มของครอบครัวแห่งหนึ่งใน อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น ใช้ด้ามกิมกิบขูดบนผิวทั้งสองด้านของกระเบื้องแผ่นเรียบ จะได้ผงละเอียดสีขาวปนเทา รองผงนี้ใส่ใน petri-dish ผสมน้ำ-กลั่นเล็กน้อย คนให้กระจายโดยทั่ว นำ formvar coated grid ตะขบบนผิวของส่วนผสมดังกล่าว ใช้กระดาษกรองซับส่วนผสมส่วนเกินออกเพื่อไม่ให้ติดหนาเกินไป นำไปศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (TEM, Hitachi HS-7S) ศึกษารูปร่างลักษณะของผงที่ขูดมาได้ จากภาพที่เห็นในกล้อง TEM และศึกษาโดยวิธี selected area electron diffraction (SAED) ซึ่ง

เป็นวิธีการวิเคราะห์หา diffraction pattern ของสารประกอบนี้ SAED เป็นวิธีที่ยอมรับทั่วไปในการวิเคราะห์หาเส้นใย asbestos⁽⁸⁾ สารประกอบแต่ละชนิดจะมี diffraction pattern เป็นแบบเฉพาะของมันเอง นำภาพถ่ายที่ได้มาวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบกับภาพถ่ายของ electron diffraction จาก Asbestos Fiber Atlas⁽⁹⁾

ผลการศึกษา

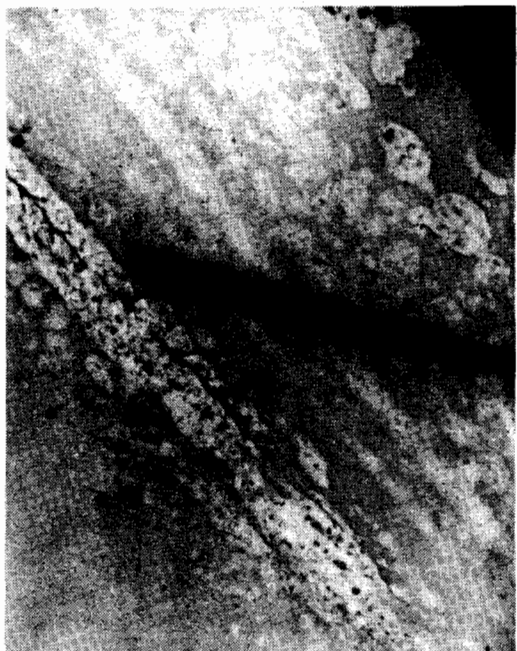
ภาพที่ 1 เป็นภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 5,700 เท่า แสดงให้เห็นว่าส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบนี้ ประกอบด้วยผลึกของสารที่มีรูปร่างหลายๆ แบบ มีทั้งลักษณะเป็นแท่งขนาดกลางจนถึงขนาดเล็กเหมือนเส้นใยและผลึกรูปร่างหลายเหลี่ยม หลายขนาดปะปนกันเป็นกลุ่ม

เมื่อเลือกศึกษาเฉพาะที่ดังเช่นแสดงในภาพที่ 2 เป็นบริเวณที่ประกอบด้วยสารที่มีรูปร่างเป็นแท่ง ขนาดยาว ปลายตัดเรียบ แล้วใช้วิธี SAED บนแท่งสารประกอบนี้ พบว่าลักษณะของ diffraction pattern มีลักษณะดังที่แสดงในภาพที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับ Asbestos Fiber Atlas พบว่าเป็น diffraction pattern ของ amosite asbestos แสดงว่าสารประกอบนี้คือ amosite asbestos

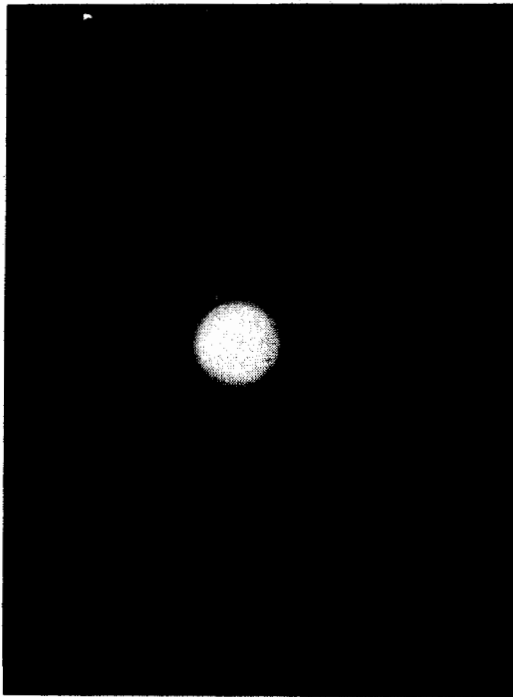
เมื่อเลือกศึกษาบริเวณที่ประกอบด้วยสารประกอบที่มีรูปร่างเป็นแท่งขนาดเล็กเหมือนเส้นใย ดังที่แสดงในภาพที่ 4 แล้วเพิ่มกำลังขยายขึ้นเป็นขนาด 20,000 เท่า จะพบว่าภายในเส้นใยเหล่านี้มีช่องตามยาวของเส้นใย ขนาดประมาณ 5-10 นาโนเมตร ลักษณะเช่นนี้ เป็นลักษณะเฉพาะของ chrysotile asbestos แล้วใช้วิธี SAED ศึกษา diffraction pattern ของมัน เปรียบเทียบกับ Asbestos Fiber Atlas พบว่าเป็นลักษณะของ chrysotile diffraction ดังแสดงในภาพที่ 5 เป็นการยืนยันว่า สารประกอบนี้คือ chrysotile asbestos



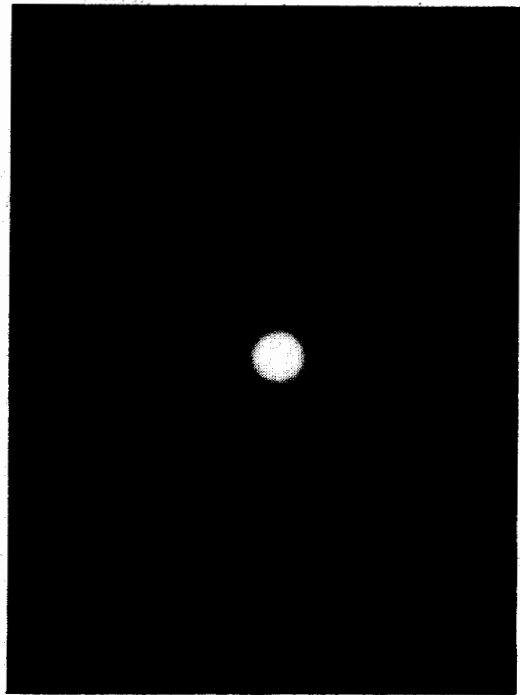
รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (TEM) แสดงให้เห็นผลึกรูปร่างหลายชนิดที่เป็นส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบ กำลังขยาย 5,700 เท่า



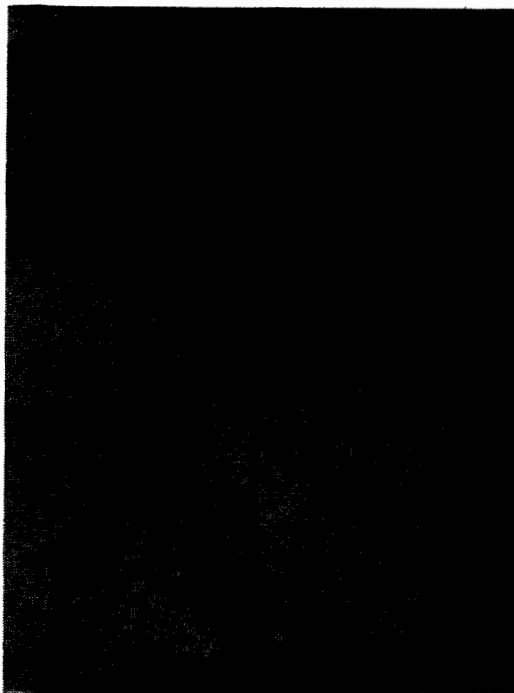
รูปที่ 2 ภาพถ่ายจาก TEM แสดงรูปร่างของ amosite asbestos



รูปที่ 3 แสดง diffraction pattern ของ amosite fiber



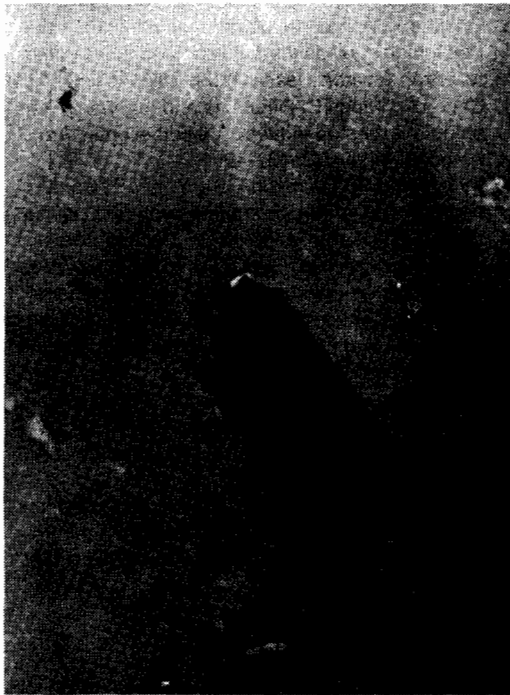
รูปที่ 5 แสดง diffraction pattern ของ chrysotile fiber



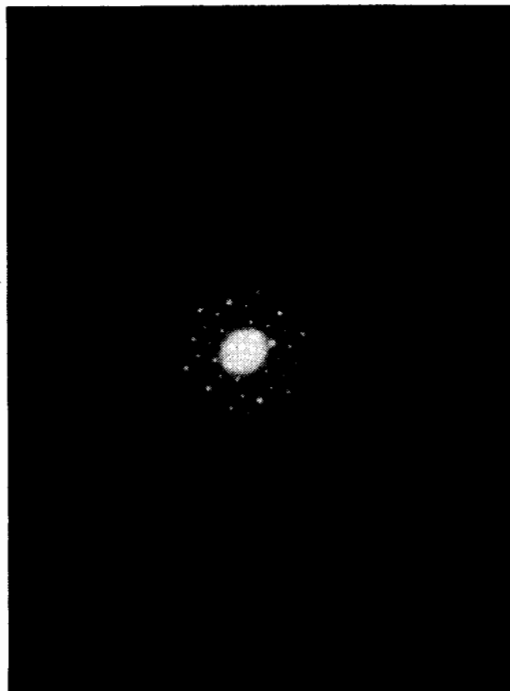
รูปที่ 4 ภาพถ่ายจาก TEM แสดงรูปร่างของ chrysotile asbestos ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยเล็กๆ

ภาพที่ 6 แสดงถึงสารประกอบอีกชนิดหนึ่งที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (amorphous material) แตกต่างไปจาก amosite และ chrysotile ที่ศึกษามาแล้ว ลักษณะของมันคล้ายกับ amphotile และ anthophyllite asbestos (โดยการแนะนำจาก ดร.สมพงษ์ พูลสวัสดิ์) เมื่อใช้วิธี SAED พบว่า diffraction pattern เป็นลักษณะที่แสดงในภาพที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับ Asbestos Fiber Atlas พบว่า สารประกอบนี้คือ anthophyllite asbestos

ดังนั้นส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบที่ศึกษานี้ จึงประกอบด้วย asbestos ชนิด amosite, chrysotile และ anthophyllite นอกจากนี้ยังมี ส่วนประกอบอื่นที่ยังวิเคราะห์ไม่ได้ว่าประกอบด้วยสารใดบ้าง เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่มีอยู่



รูปที่ 6 ภาพถ่ายจาก TEM แสดงรูปร่างของ anthophyllite ซึ่งเป็นผลึกรูปหลายเหลี่ยม



รูปที่ 7 แสดง diffraction pattern ของ anthophyllite ซึ่งมีลักษณะคล้าย benzene ring

วิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบที่ประชาชนนิยมนำมาทำฝ้าเพดานและฝาปิดโถ้งน้ำดื่ม พบว่าส่วนประกอบของกระเบื้องแผ่นเรียบนี้ประกอบด้วย สารหลายชนิดทั้งที่พิสูจน์ได้และไม่ได้ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ส่วนที่พิสูจน์ได้ คือสารที่ประกอบด้วย asbestos ชนิด chrysotile amosite และ anthophyllite ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในปอดและมะเร็งในทางเดินอาหารตลอดจนมะเร็งของอวัยวะอื่น ๆ⁽¹⁻⁷⁾ นั้น หมายถึงโอกาสที่ประชาชนจะได้รับสาร asbestos โดยการบริโภคและหายใจเข้าไปสูงมาก เนื่องจากกระเบื้องแผ่นเรียบเหล่านั้นนอกจากนำมาทำฝ้าโถ้งทำฝ้าเพดานและทำฝักันห้องแล้วอาจนำมาทำประโยชน์อื่น ๆ อีกที่คาดไม่ถึง เมื่อเกิดการสึกกร่อน หรือแตกหัก asbestos จะค่อย ๆ หลุดออกมาปะปนอยู่กับฝุ่นละอองในอากาศและตามพื้น มันจะฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศได้นานและถูกทำลายยาก⁽⁸⁾ จึงทำให้คนได้รับ asbestos เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจหรือปนเปื้อนเข้าไปกับอาหารที่รับประทานในประเทศที่เจริญแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา จะมีกฎหมายบังคับห้ามใช้วัสดุก่อสร้าง ที่มีส่วนประกอบของ asbestos หรือถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้จะให้ให้มีวิธีป้องกันการกระจายของมันโดยวิธีเคลือบ หรือฉาบด้วยสารอื่นป้องกันการหลุดร่วงลงมาสู่บรรยากาศและให้มีการสำรวจการสึกกร่อนอยู่เสมอ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีมาตรการควบคุมในด้านนี้ ผู้ศึกษาเชื่อว่าวัสดุก่อสร้างอีกมากมายหลายอย่างที่มี asbestos เป็นส่วนประกอบรวมทั้งวัสดุส่วนประกอบของรถยนต์ เพราะจากการศึกษาของสมพงษ์ พูลสวัสดิ์⁽¹⁰⁾ ซึ่งได้นำฝุ่นละอองข้างถนนบริเวณศูนย์การค้าและสถานีรถขนส่ง ทั้งในกรุงเทพฯ และขอนแก่น มาศึกษาโดยวิธี SAED

พบว่า มี asbestos ปะปนอยู่มากมาย เชื่อว่าการศึกษานี้จะทำให้ประชาชนตื่นตัวในการระมัดระวังป้องกันการนำวัสดุที่มี asbestos มาใช้และก่อให้เกิดมลภาวะซึ่งนำไปสู่โรคร้ายในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Artvinl M , Baris YI. Environmental fiber-induced pleuro-pulmonary diseases in an Anatolian village : an epidemiologic study. Arch Environ Health 1982; 37(3):177-81.
2. Goldsmith JR. Asbestos as a systemic carcinogen : the evidence from eleven cohorts. Am J Ind Med 1982; 3(3):341-8.
3. Hillerdal G. Lung cancer : is the etiology changing? Cancer Detect Prev 1981; 41(1-4):319-25.
4. Kagan E , Jacobson RJ. Lymphoid and plasma cell malignancies : asbestos-related disorders of long latency. Am J Clin Pathol 1983; 80(1):14-20.
5. Browne K. Asbestos-related mesothelioma : epidemiological evidence for asbestos as a promoter. Arch Environ Health 1983; 38(5):261-6.
6. Churg A , Wiggs B. Fiber-size and number in amphibole asbestos-induced mesothelioma. Am J Pathol 1984; 115(3):437-42.
7. Mossman BT, Cameron GS , Yotti LP. Cocarcinogenic and tumor promoting properties of asbestos and other minerals in tracheobronchial epithelium. Carcinog Compr Surv 1985; 8:217-38.
8. United States Environmental Protection Agency. Asbestos-Containing Materials in School Buildings : A Guidance Document Part 1. Washington, D.C. : Office of Toxic Substances, 1979.
9. Peter K Mueller, Arthur E Alcocer, Ronald L Stanley, Glenn R Smith. Asbestos Fiber Atlas. Washington , D.C. : Office of Research and Development, 1975.
10. Poolsawat S , Sripa B. Dust-borne asbestos fibers in Bangkok and Khon Kaen. Paper Presented at the 4 th Asia-Pacific, bangkok, 1988.