ความสัมพันธ์ระหว่างโรคฟลูออไรด์เป็นพิษกับฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอในแหล่งน้ำบาดาลที่ใช้ในครัวเรือนบางแหล่งของแอ่งเชียงใหม่

Relationship between Fluorotoxicosis and Excess Fluoride Activity in some Domestic Groundwater Supplies of the Chiang Mai Basin

พงษ์พอ อาสนจินดา
Pongpor Asnachinda

มยุรี พรหมพุทธา
Mayuree Promphuttha

โครงการศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Water Research Centre Project, Faculty of Science, Chiang Mai University

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สิงหาคม 2541
August 1998

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนประจำปีงบประมาณ 2540 จาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างโรคฟลูออไรด์เป็นพิษกับฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอในแหล่งน้ำบาดาลที่ใช้ในครัวเรือนบางแหล่งของแอ่งเชียงใหม่

โดย

พงษ์พอ อาสนจินดา และ มยุรี พรหมพุทธา

โครงการศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

เนื่องจากปริมาณฟลูออไรด์อิออนในน้ำถูกควบคุมโดยความสามารถในการละลายของแร่ฟลูออไรต์ (CaF2) คณะผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานว่า ในน้ำดื่มหากฟลูออไรด์อิออนมากเกินสมดุลเคมีกับแคลเซียมอิออน อาจเป็นสาเหตุหลักของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ ผลการวิจัยในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิ และ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนที่ทราบกันดีมาช้านานว่าแหล่งน้ำใต้ดินที่ใช้ในครัวเรือนมีปริมาณฟลูออไรด์สูงเกินมาตรฐานน้ำดื่ม พบว่าการใช้ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์กับแคลเซียมกัมมันตภาพ ซึ่งได้จากการคำนวนสมดุลเคมีของน้ำ สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษได้ดีพอกันกับการใช้เฉพาะปริมาณฟลูออไรด์อิออน แม้ว่าอย่างแรกมีความยุ่งยากในการคำนวน อีกทั้งต้องทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทุกตัวเสียก่อนก็ตาม แต่ในบางพื้นที่ เช่นในกรณีศึกษาเฉพาะจุดที่ชุมชนบ้านสันคะยอมพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันตกกระกับปริมาณฟลูออไรด์มีข้อจำกัดในการประยุกต์ โดยพบว่าแม้ปริมาณฟลูออไรด์จะต่ำเพียง 0.0 มก./ลิตร ก็มีโอกาศที่จะพบสภาวะฟันตกกระในระดับ 2 ได้ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันตกกระกับค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์สามารถนำไปใช้ได้ อย่างไม่มีข้อจำกัดทางตัวเลข ซึ่งถึงแม้บางกรณีจะมีค่าติดลบก็มิได้หมายความว่าปริมาณฟลูออไรด์มีค่าติดลบไปด้วย จากการคำนวนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาวะฟันตกกระกับค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ พบว่าสภาวะฟันตกกระรุนแรงระดับ 0 - 5 มีค่าค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ระหว่าง -1.79 ถึง -0.39 โดยอาศัยค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยง คณะผู้วิจัยพบว่าทุกๆ จุดที่ทำการศึกษาในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิและอำเภอเมืองลำพูน ล้วนมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษสูง โดยตรวจพบค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ -1.15 ในบ่อบาดาลสาธารณะที่ วัดบ้านห้วยไซ และสูงสุดถึง 0.92 ในบ่อบาดาลสาธารณะที่บ้านดอกวัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Relationship between Fluorotoxicosis and Excess Fluoride Activity in some Domestic Groundwater Supplies of the Chiang Mai Basin

by

Pongpor Asnachinda and Mayuree Promphuttha
Water Research Centre Project, Faculty of Science, Chiang Mai University

Abstract

Since concentration of fluoride ions in the water is primarily controlled by solubility of fluorite (CaF_2), it was hypothesized that fluoride ions in excess of calcium ions in drinking water may cause fluorotoxicosis. Results of investigation at King Amphoe Ban Thi and Amphoe Muang Lamphun where occurrence of high fluoride domestic groundwater supply has long been known indicate the possibility of using fluoride activity relative to calcium activity, obtained from equilibria calculation, can be used as an risk indicator for fluorotoxicosis as good as the fluoride parameter does. In spite of the awkward equilibria calculation as well as the need for complete water analysis of the former, it has been commonly found in a certain area such as Ban San Kayom village in this study where relationship between dental fluorosis and fluoride contents is of limited use. The linear equations obtained suggested the occurrence of dental fluorosis level 2 with only 0.0 mg/L F in drinking water. Linear equation of dental fluorosis and fluoride activity relative to calcium, however, can be used without numerical limitation. The negative values obtained do not imply negative concentration of fluoride ions. The existing dental fluorosis data at Ban San Kayom and the analyses of domestic groundwater supply it has been found that dental fluorosis level 0 to 5 are equivalent to fluoride activity relative to calcium at -1.79 to -0.39. By using the relative fluoride activity as risk indicator for fluorosis, it is apparent that every sampling sites at King Amphoe Ban Thi and Amphoe Muang Lamphun are prone to fluorotoxicosis of some kinds since the relative activity ranging from -1.15 to 0.92 have been detected in the public groundwater supplies of Wat Ban Huai Sai and Ban Khok Wua respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย และโครงการศูนย์วิจัยน้ำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ทญ.วิมลศรี พ่วงภิญโญ แห่ง ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ เชียงใหม่ และ เจ้าหน้าที่สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลำพูนที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ เอกสารทางวิชาการ และให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ Mr. William G. Prewett อาจารย์พิเศษชาวต่างประเทศ และ คุณรุจน พรหมพุทธา ที่ได้ร่วมปฏิบัติการภาคสนามท้ายที่สุดนี้ คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณชาวชุมชนบ้านสันคะยอมที่กรุณาอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การเก็บข้อมูลสนามดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 3.1 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลสาธารณะในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 11

ตารางที่ 3.2 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อขุดและบ่อบาดาลประจำครัวเรือนในชุมชน บ้านสันคะยอม 13

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบปริมาณฟลูออไรด์และค่า ฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ที่คำนวนจากตารางที่ 3.1 14

ตารางที่ 3.4 แสดงรายชื่อเจ้าของบ้านที่ทำการเก็บตัวอย่าง ชนิดของบ่อน้ำ ปริมาณฟลูออไรด์ และ ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอที่คำนวนจากตารางที่ 3.2 15

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ของเด็กอายุระหว่าง 6-15 ปี ที่อาศัยในบ้าน ที่ได้เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ 17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาและตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง..... 7

รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ปริมาณฟลูออไรด์และค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ในตัวอย่างน้ำชุดที่ 1 (กิ่งอำเภอบ้านธิและอำเภอเมืองลำพูน)..... 16

รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ปริมาณฟลูออไรด์และค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ในตัวอย่างน้ำชุดที่ 2 (ชุมชนบ้านสันคะยอมอำเภอเมืองลำพูน)..... 16

รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟลูออไรด์ ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ และสภาวะฟันตกกระในตัวอย่างน้ำชุดที่ 2..... 20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ ภาษาไทย ..... ก

ภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

รายการตารางประกอบ ..... ง

รายการรูปประกอบ ..... จ

สารบาญ ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

บทที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย อุปกรณ์ และวิธีการ 6

2.1 ระเบียบวิธีวิจัย อุปกรณ์ และวิธีการ 6

2. การประมวลผลข้อมูลผลวิเคราะห์ 9

บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์ 10

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของแหล่งน้ำบาดาล 10

3.2 ปริมาณฟลูออไรด์ และ ฟลูออไรด์กัมมันตภาพ 10

3.3 ประชากรเวชศาสตร์ของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษในพื้นที่ศึกษา 10

3.4 โรคฟลูออไรด์เป็นพิษกับฟลูออไรด์กัมมันตภาพในแหล่งน้ำบาดาล 18

บทที่ 4 บทสรุป 21

เอกสารอ้างอิง 22

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์ 24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัญหาสุขภาพของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณแอ่งที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน ประการหนึ่งได้แก่ ปัญหาของพิษฟลูออไรด์ (fluorosis) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการดื่มน้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงติดต่อกันเป็นเวลานาน อาการของโรคที่สามารถสังเกตได้ในระยะแรกเริ่ม ได้แก่การเกิดสภาวะฟันตกกระที่พบในเด็กอายุประมาณ 6 ปีขึ้นไป หรือตั้งแต่ฟันแท้เริ่มขึ้น (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, 2540) ถ้ายังดื่มน้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงต่อไป จนเข้าสู่วัยผู้ใหญ่พบว่าทำให้เกิดกระดูกมีรูปร่างผิดปรกติ การเคลื่อนไหวลำบากจนถึงขั้นอัมพาต เกิดการปวดกระดูก และ มีนิ่วในทางเดินปัสสาวะ (ขวัญชัย รัตนเสถียรและคณะ, 2524)

ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มก./ลิตร ถือกันว่าเป็นระดับที่เหมาะสม ซึ่งหมายความว่าเป็นระดับที่ไม่ก่อให้เกิดสภาวะฟันตกกระ และยังกลับให้คุณแก่ร่างกาย คือ สามารถลดการเกิดโรคฟันผุได้ดีที่สุด สำหรับประชาชนในประเทศเขตร้อนที่โดยธรรมชาติจะดื่มน้ำในปริมาณมากกว่าประชาชนในประเทศเขตอบอุ่น ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มอาจอยู่ในช่วง 0.7- 1.2 มก./ลิตร (Dean, 1942). อย่างไรก็ดีในช่วงทศวรรษ 1990 กลับพบว่ามาตรฐานนี้ไม่เหมาะสมสำหรับทุกๆ พื้นที่ของโลก เนื่องจากยังพบการเกิดสภาวะฟันตกกระในกลุ่มเด็กในระดับที่สูง ดังกรณีของประเทศฮ่องกงที่ได้ลดปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มลงจากเดิม 0.8 มก./ลิตร มาเป็น 0.5 มก./ลิตร ในปี ค.ศ.1988 (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, 2539) ปัญหาของการกำหนดปริมาณฟลูออไรด์ที่เหมาะสมอย่างแท้จริงถูกมองว่าเกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆ อาทิ สภาวะของอากาศ ความแตกต่างของการรับประทานอาหาร(ที่มีฟลูออไรด์อยู่ในระดับต่างๆ) ในเผ่าพันธุ์หรือวัฒนธรรมที่ต่างกัน ความแตกต่างตามเผ่าพันธุ์หรือรายบุคคลในกระบวนการเมตาบอลิซึมและการขับของฟลูออไรด์ออกจากร่างกาย ฯลฯ

จากการศึกษาของ Hem (1985) ปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำธรรมชาติถูกควบคุมโดย สภาพการละลายได้ (solubility) ของฟลูออไรต์ (fluorite) ซึ่งเป็นแร่สามัญที่พบทั่วไป ประกอบด้วยแคลเซียมและฟลูออรีน มีสูตรเคมี CaF_2 โดยหลักของสมดุลเคมี ปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์อิออนจะขึ้นกับปริมาณของแคลเซียมอิออนในน้ำ ซึ่งในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความดันปรกติ (อุณหภูมิ 25 °ซ ความดัน 1 บาร์) สามารถละลายฟลูออไรด์ได้สูงถึง 9 มก./ลิตร หรือคิดเป็นปริมาณเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ 4.4 มก./ลิตร ในการนี้กัมมันตภาพเชิงเคมี (activities) ของแคลเซียมอิออน [Ca^{2+}] และ ฟลูออไรด์อิออน [F^-] จะอยู่ในลักษณะสมดุล น้ำในธรรมชาติโดยเฉพาะน้ำใต้ดินอาจมีกัมมันตภาพของแคลเซียมอิออนต่ำกว่าปริมาณสมดุล เนื่องจากกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนบวก (cation exchange) ระหว่างแคลเซียมอิออนในน้ำ กับโซเดียมอิออนในแร่ดินเหนียวที่ปะปนอยู่ภายในหรืออยู่ระหว่างชั้นหินอุ้มน้ำ ผลของการนี้อาจทำให้ปริมาณโซเดียมและฟลูออไรด์อิออนในน้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้นกว่า 10 เท่าของปริมาณความเข้มข้นปรกติ

Asnachinda (1992) ได้ทำการศึกษาสภาพอุทกธรณีเคมีของน้ำพุร้อนและน้ำบาดาลของแอ่งเชียงใหม่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์เกินกว่า 1.5 มก./ลิตร พบว่า ปริมาณฟลูออไรด์กัมมันตภาพในตัวอย่างน้ำเหล่านี้มิได้แสดงความสัมพันธุ์เชิงเส้นกับปริมาณฟลูออไรด์อิออน กล่าวคือ น้ำที่มีที่มีปริมาณฟลูออไรด์อิออนสูงเกินมาตรฐานน้ำดื่มในหลายบริเวณกลับมีกัมมันตภาพของฟลูออไรด์อิออนต่ำกว่ากัมมันตภาพของแคลเซียมอิออน อีกทั้งไม่สังเกตพบร่องรอยของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษในประชากรของพื้นที่ดังกล่าว

วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538) ศึกษาสถานการณ์ฟันตกกระในชุมชนบ้านสันคะยอม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นหนึ่งในบรรดาพื้นที่ของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบาดาลสูง โดยการสำรวจสภาพฟันตกกระในกลุ่มเด็กอายุ 6-8, 9-10, 11-13 และ 14-15 ปี จำนวน 93 คน พบว่าเด็กทุกคนมีปัญหาฟันตกกระ และเมื่อได้ตรวจวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำอุปโภค-บริโภคประจำบ้านของเด็กเหล่านั้นพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ระหว่าง 0.1 ถึง 13.0 มก./ลิตร

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่า กัมมันตภาพของฟลูออไรด์อิออน ที่มากเกินสมดุลเคมีกับแคลเซียมอิออน ในน้ำดื่มน่าจะเป็นสาเหตุหลักของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ และการกำหนดมาตรฐานน้ำดื่มโดยอาศัยปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์อิออนเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้พิจารณาสมดุลเคมี ทำให้การป้องกันโรคฟลูออไรด์เป็นพิษของประเทศต่างๆ ประสบปัญหาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานของคณะผู้วิจัยที่ได้เสนอว่า กัมมันตภาพของฟลูออไรด์อิออน ที่มากเกินสมดุลเคมีกับแคลเซียมอิออน ในน้ำดื่มน่าจะเป็นสาเหตุหลักของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยชิ้นนี้จึงเน้นที่การศึกษาความสัมพันธุ์ระหว่างข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ ในบริเวณพื้นด้านทิศตะวันออกของแอ่งที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน อันได้แก่ อำเภอเมือง และ อำเภอบ้านธิ จังหวัดลำพูน และ อำภอสันกำแพงจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้ประสบปัญหามาช้านาน กับ ข้อมูลด้านองค์ประกอบและสมดุลเคมีของน้ำใต้ดินที่ใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคในครัวเรือนในบริเวณดังกล่าว

สำหรับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คาดว่าจะสามารถใช้ปริมาณฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอในน้ำดื่มเป็นดัชนีที่บ่งชี้ระดับถึงความเสี่ยงต่อโรคฟลูออไรด์เป็นพิษได้ถูกต้องกว่าการอาศัยปริมาณเข้มข้นของฟลูออไรด์เป็นเกณฑ์เพียงอย่างเดียว อนึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้อาจมีส่วนช่วยให้มีการพิจารณาทบทวน ในเรื่องการกำหนดปริมาณ และชนิดของสารฟลูออไรด์ที่เติมในน้ำดื่มเพื่อป้องกันโรคฟันผุและโรคฟลูออไรด์เป็นพิษโดยองค์กรที่กี่ยวข้องให้มีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ratanasthien and others (1980) ได้รายงานการสำรวจและวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท และ โซเดียมอิออนในบ่อน้ำตื้น (บ่อขุดของชาวบ้าน) จำนวน 61 บ่อ และบ่อบาดาลจำนวน 51 บ่อ ครอบคลุมพื้นที่ในแผนที่ภูมิประเทศระวางจังหวัดลำพูน (Sheet 4846 III) มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ผลการวิจัยพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์มีค่า 0.1-5.2 มก./ลิตรในน้ำบ่อตื้น และ 0.17-14.0 มก./ลิตรในน้ำบ่อบาดาล ปริมาณโซเดียมและฟลูออไรด์บ่งถึงสหสัมพันธุ์เชิงบวก (positive correlation) ปริมาณคลอไรด์และไนเตรทในน้ำบ่อตื้นมักจะสูงกว่าในน้ำบาดาล และยังพบลักษณะการกระจายตัวเป็นแนวของแหล่งน้ำใต้ดินที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงกว่า 1.5 มก./ลิตร ตั้งแต่บ้านท่าล้อ อำเภอเมืองลำพูน ไปจนถึง บ้านห้วยไซ อำเภอสันกำแพง หรือตามแนวถนนสาย 1147 ลำพูน-สันกำแพง โดยประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขวัญชัย รัตนเสถียร และคณะ (2524) พบว่าส่วนใหญ่ของผู้ป่วยด้วยโรคฟลูออไรด์เป็นพิษที่ได้รับการรักษาที่ โรงพยาบาลมหาราชเชียงใหม่ มีถิ่นพำนักบริเวณตะวันออกของแอ่งเชียงใหม่ ในเขตอำเภอเมืองลำพูน อำเภอสารภี อำเภอสันกำแพง และ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลที่มีปริมาณฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นระหว่าง 1.7 - 14.0 มก./ลิตร ในการตรวจสุขภาพของเด็กนักเรียนในบริเวณดังกล่าว คณะผู้วิจัยพบว่าเด็กนักเรียนที่อายุต่ำกว่า 15 ปี โดยเฉลี่ยกว่าร้อยละ 60 แสดงอาการของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษโดยการเป็นจุดที่เคลือบฟันด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ดีคณะผู้วิจัยยังได้ให้ข้อสังเกตว่ากลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่มิได้มีถิ่นพำนักอาศัยบริเวณแหล่งน้ำพุร้อน (เช่น แหล่งน้ำพุร้อนบ้านโป่งฮ่อม อำเภอสันกำแพง) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ามี ปริมาณฟลูออไรด์สูงกว่า 15.0 มก./ลิตร (Ramingwong and others, 1980) ทั้งที่แหล่งน้ำใต้ดินระดับตื้นที่ชาวบ้านใช้กันอยู่มีโอกาสที่จะถูกปนเปื้อนโดยการแทรกซึมขึ้นมาของน้ำพุร้อน

Ratanasthien and Ramingwong (1982) และ Ratanasthien (1991) ได้ยืนยันข้อสังเกตนี้ โดยพบว่าถิ่นพำนักอาศัยของผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ที่แหล่งน้ำใต้ดินมีปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์สูง ตามที่ Ratanasthien and others (1980) ได้เคยรายงานไว้ สาเหตุที่น้ำใต้ดินมีปริมาณฟลูออไรด์ในระดับสูงได้ถูกอธิบายไว้ว่าเป็นผลจากการปนเปื้อนของน้ำร้อนใต้ดินที่แทรกซึมขึ้นมาเป็นครั้งคราวในช่วงเวลาที่เกิดแผ่นดินไหวตามแนวรอยเลื่อนย่อยที่ถูกปิดทับ ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับรอยเลื่อนใหญ่แม่ทา (Mae Tha Fault) ที่อยู่ถัดออกไปทางทิศตะวันออก อย่างไรก็ดี Asnachinda (1992, 1997) ได้เสนอแนะทฤษฎีทางเลือกที่กล่าวว่า ความเข้มข้นของฟลูออไรด์และธาตุที่เกี่ยวข้องเช่นโซเดียมที่ตรวจพบในปริมาณสูงอาจเกิดจากการปฏิสัมพันธุ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับหินอุ้มน้ำ (water-rock interaction) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนบวก (cation exchange) ระหว่างแคลเซียมในน้ำและโซเดียมในแร่ดินเหนียว ร่วมกับ กระบวนการทำละลาย (dissolution) ของแร่ประกอบหินที่มีธาตุฟลูออรีนเช่นฟลูออไรต์และไมกา

Phantumvanit and others (1984) ได้ศึกษาความสัมพันธุ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำดื่มกับดัชนีฟันตกกระชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำบริโภคมีค่าระหว่าง <0.1-5.4 มก./ลิตร โดยพื้นที่ที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงได้แก่พื้นที่ของอำเภอ สันกำแพง ดอยสะเก็ด และ หางดง คณะผู้วิจัยได้พบว่าน้ำดื่มของเด็กนักเรียนในพื้นที่เหล่านี้จำนวน 1,454 คน ที่มีช่วงอายุ 11-13 ปี มีปริมาณฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้น <0.1-7.4 มก./ลิตร จากการประเมินสภาพฟันตกกระและดัชนีฟันตกกระชุมชน พบความสัมพันธุ์เชิงสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างดัชนีฟันตกกระชุมชนกับปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในน้ำดื่ม มีข้อสังเกตที่น่าสนใจประการหนึ่งว่าปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์แม้เพียง 0.65 มก./ลิตรก็สามารถทำให้เกิดปัญหาสภาพฟันตกกระชุมชนได้

วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538) ศึกษาสถานการณ์ฟันตกกระในชุมชนบ้านสันคะยอม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมืองลำพูน ซึ่งเป็นหนึ่งในบรรดาพื้นที่ที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบาดาลสูง ผลการศึกษาพบว่า สภาพปัญหาฟันตกกระมีความรุนแรงสูงมาก โดยมีความชุกของฟันตกกระคิดเป็นร้อยละ 100 ทุกกลุ่มอายุ เด็กทุกคนมีฟันแท้ตกกระทุกซี่ สภาพความรุนแรงของฟันตกกระมีระดับตั้งแต่ระดับน้อยถึงระดับรุนแรง ดัชนีฟันตกกระชุมชนมีค่า 3.67 ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มมีค่าระหว่าง 0.1-13.0 มก./ลิตร ผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาฟันตกกระ มีการรับรู้และมีความพยายามในการแก้ปัญหาเรื่องน้ำดื่มและสภาพความตกกระของฟัน ตามสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละบุคคลและครอบครัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2
ระเบียบวิธีวิจัย อุปกรณ์ และวิธีการ

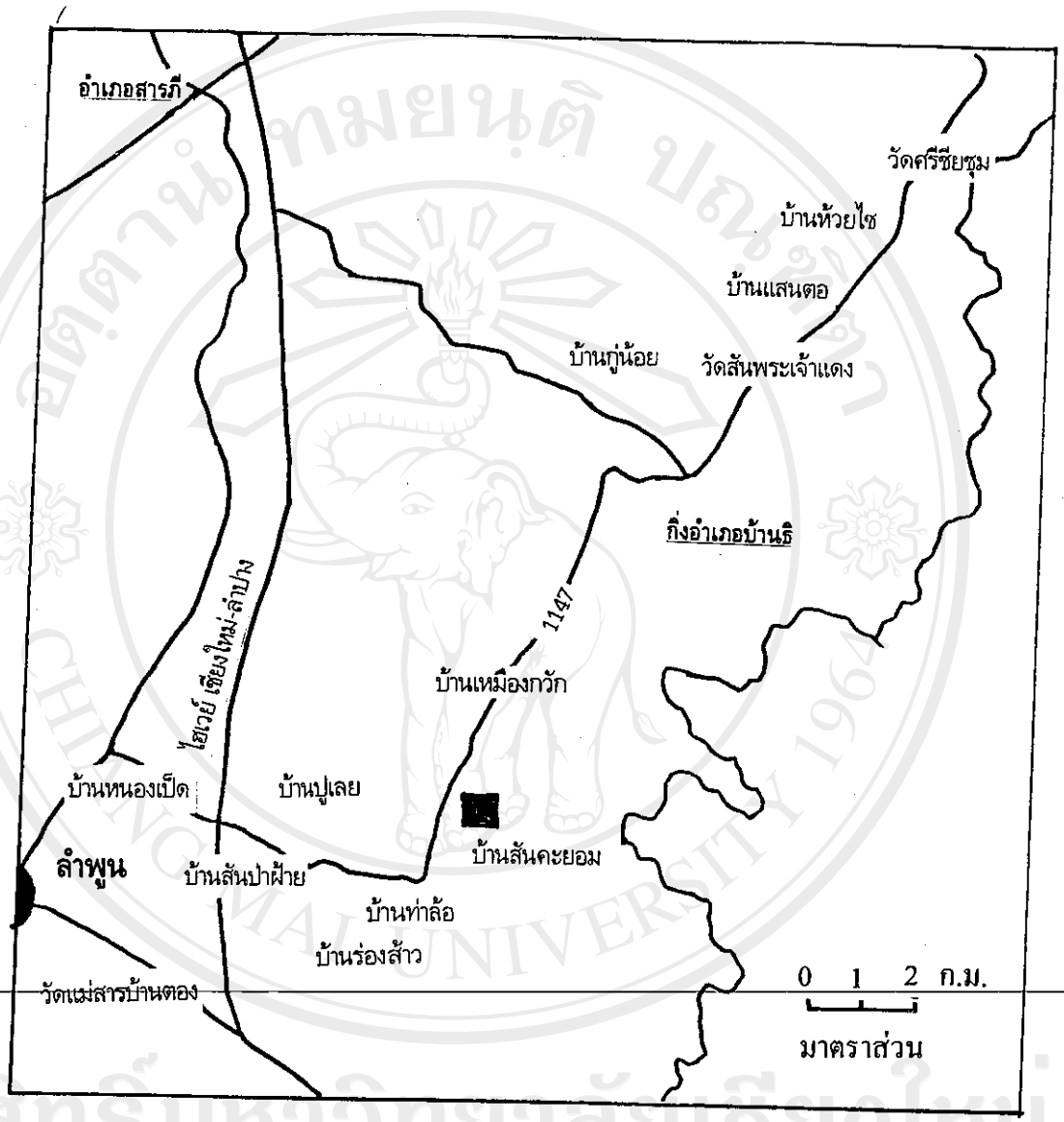
2.1 ระเบียบวิธีวิจัย อุปกรณ์ และวิธีการ

คณะผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำบาดาลมีปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์สูงเกินมาตรฐานน้ำดื่มตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (1.5 มก./ลิตร) ตามรายงานของ Ratanasthien and others (1980) ซึ่งครอบคลุมบริเวณ กิ่งอำเภอบ้านธิ และ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน หรือตามเส้นทางถนนสาย 1147 ตั้งแต่บ้านห้วยไซเหนือ ลงไปถึง บ้านแม่สาร อำเภอเมืองลำพูน (รูปที่ 2.1) โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ระยะ ซึ่งในระยะแรกได้เก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินจากบ่อบาดาลสาธารณะประจำหมู่บ้านรวมทั้งสิ้น 39 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาภาพรวมของคุณภาพน้ำและการกระจายตัวของปริมาณฟลูออไรด์ ระยะที่สอง ได้ก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อขุดหรือบ่อบาดาลอันเป็นแหล่งน้ำบริโภคประจำครัวเรือนเพื่อหาข้อมูลขั้นรายละเอียดอีก 16 ตัวอย่าง โดยได้กระทำในหมู่บ้านสันคะยอม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ซึ่งมีข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ในเรื่องของสภาพฟันตกกระตามที่ได้สำรวจมาแล้วโดย วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538)

ขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างในสนามได้วัด อุณหภูมิ ค่าพีเอช และสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำด้วย แต่ละตัวอย่างใช้ขวดพลาสติกอย่างหนาขนาดความจุ 1000 มล.จำนวน 2 ขวด โดยขวดหนึ่งจะเติมกรดไนตริกเข้มข้นให้ตัวอย่างปริมาณ 1% HNO_3 ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาพน้ำไม่ให้ตกตะกอน ขวดที่เติมกรดได้นำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณ ความเข้มข้นของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ไบคาร์บอเนต ในห้องปฏิบัติการโดยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน (Atomic Absorption Spectrometer) ขวดที่ไม่ได้เติมกรดได้นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และ คลอไรด์ โดยใช้อินดิเคเตอร์ (Titration) ซัลเฟตโดยวิธีวัดความขุ่น (Turbidimetric) ไนเตรทโดยวิธีแคดเมียมรีดัคชัน และ ฟลูออไรด์โดยวิธีอิออนซีเลคทิฟอิเล็กโทรด (Ion-Selective Electrode) การวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ทั้งหมดนี้ได้ปฏิบัติตาม คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2538 และ APHA,1989)

การสำรวจสภาพฟันตกกระในชุมชนบ้านสันคะยอมโดย วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538) ได้ใช้แบบสำรวจสภาวะทันตสุขภาพ ตามแบบขององค์การอนามัยโลก (Simplified WHO Oral Health assessment Form ,1986) และอาศัยหลักเกณฑ์ของ Dean (1932) ในการตัดสินสภาวะฟันตกกระใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.1 แผนที่ของพื้นที่ศึกษาแสดงตำแหน่งของวัด และหมู่บ้านสำคัญๆ ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มประชากรของชุมชนที่เป็นเด็กนักเรียนอายุระหว่าง 6-15 ปี จำนวน 93 คน รวมกับการตรวจหาปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มจำนวน 71 ตัวอย่าง ดัชนีฟันตกกระของ Dean ที่ใช้ในการวิจัยใช้สำหรับการตรวจวัดในฟันแท้ ประกอบด้วย คะแนน น้ำหนัก และ เกณฑ์ 6 ระดับ ดังนี้คือ

คะแนน (Scores)	น้ำหนัก (Weight)	เกณฑ์ (Criteria)
0-ปรกติ (Normal)	0	เคลือบฟันมีความโปร่งแสงตามปรกติ โดยมีโครงสร้างประเภทเซมิไวตริฟอร์ม(semivitiform type) มีผิวเรียบเป็นมัน ปรกติมีสีขาวออกครีม
1-สงสัย (Questionable)	0.5	เคลือบฟันเริ่มทีความบกพร่องในความโปร่งแสง เริ่มจากมีสะเก็ดขาวเล็กๆ ไปจนถึงการมีจุดสีขาวเป็นครั้งคราว แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นฟันตกกระ และไม่สามารถจัดให้อยู่ในพวกเคลือบฟันปรกติ
2-น้อยมาก (Very mild)	1.0	มีจุดขาวเล็กๆ กระจายอย่างไม่เป็นระเบียบอยู่บนเคลือบฟัน แต่ไม่เกิน 25% ของผิวฟัน ที่มักจะพบบ่อยคือ การมีจุดสีขาวทึบขนาดไม่เกิน 1-2 มม. ที่ปุ่มยอดฟัน (Cusp) ของฟันกรามน้อย หรือฟันกรามแท้ซี่ที่ 2
3-น้อย (Mild)	2.0	มีจุดสีขาวที่เคลือบฟันมากขึ้นแต่ไม่เกิน 50% ของฟัน
4-ปานกลาง (Moderate)	3.0	เคลือบฟันทุกด้านมีการเปลี่ยนแปลง ผิวเคลือบฟันจะง่ายต่อการสึก เห็นได้ชัดจากการสึกหายไป จุดสีน้ำตาลมักจะเป็นลักษณะที่ทำให้เสียรูปร่างไป
5-รุนแรง (Severe)	4.0	เคลือบฟันทุกด้านมีการเปลี่ยนแปลงและมีไฮโปเพลเซีย (Hypoplasia) โดยที่รูปร่างโดยทั่วไปของฟันที่ถูกเปลี่ยนแปลง อาการที่เด่นชัดที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคคือ การมีหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การประมวลข้อมูลผลวิเคราะห์

ข้อมูลผลวิเคราะห์เคมีได้บันทึกในตารางสเปรดชีตของโปรแกรม EXCEL (ver.5.0) โดยในขั้นต้นได้ คำนวนปริมาณความเข้มข้นของทุกองค์ประกอบจากหน่วย น้ำหนักต่อปริมาตร (มก./ลิตร)มาเป็นหน่วยสมมูลย์อิออนิก (Ionic Equivalent Unit, meq/L) เพื่อหาปริมาณอิออนทั้งหมด (Total Dissolved Ions, TDI) และผลรวมของกลุ่มอิออนบวกและลบ สำหรับตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของผลวิเคราะห์ ซึ่งยอมให้ ผลต่างระหว่างกลุ่มอิออนบวกและลบมีได้ไม่เกิน 5% (ยอมให้ไม่เกิน 10% สำหรับตัวอย่างที่มี TDI< 5 meq/L)

การคำนวนปริมาณกัมมันตภาพของแคลเซียมและฟลูออไรด์ จากตารางผลวิเคราะห์ อาศัยสูตรต่างๆ ตามหลักการของ Mineral-Solution Equilibria (Garerels, 1960 และ Garrels and Christ, 1965) โดยต้องคำนวนหาค่า Ionic strength (I) ออกมาก่อนโดยใช้สูตร

$$I = 1/2 \sum m_i z_i^2$$

โดย m_i คือ molarilty ของอิออน i th และ z_i คือประจุของอิออน i th

กัมมันตภาพ หรือ activity ของอิออนใดๆ หาได้โดยคูณ molarity ของอิออนนั้นๆ กับ activity coefficient ที่หาได้โดยอาศัยสูตรสมการ extended Debye-Huckle equation ดังนี้

$$-\log\gamma_i = (Az_i^2 \sqrt{I}) / (1+a_i B \sqrt{I})$$

โดย γ_i = activitiy coefficient ของอิออน i

A = ค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 0.5085 ที่ 25°ซ

B = ค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 0.3281 ที่ 25°ซ

I = ionic strength ของสารละลาย

---

z_i = ประจุของอิออน i

a_i = effective diameter ของอิออน i

(ใน Mg = 8; Ca, Mn, Fe = 6; CO_3 = 5; SO_4, HCO_3, Na = 4; NO_3, Cl, F, K = 3)

เนื่องจากปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำถูกควบคุมโดยความสามารถในการละลายของแร่ฟลูออไรต์ที่มีสูตร CaF_2 ที่เกิดจากการจับคู่ระหว่าง $[Ca^{2+}]$ และ $2[F^-]$ ดังนั้นปริมาณฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอจึงสามารถแสดงได้โดยค่า $2\log[F^-]-\log[Ca^{2+}]$ การคำนวนตามสูตรที่แสดงมาทั้งหมดนี้กระทำโดยการบรรจุสูตร เหล่านี้ลงในสเปรดชีตของ EXCEL version 5.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3
ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของแหล่งน้ำบาดาล

องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำโดยรวมทุกพื้นที่ศึกษาในเขตกิ่งอำเภอบ้านธิและอำเภอเมืองลำพูนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งที่ 1 จำนวน 39 ตัวอย่างได้แสดงไว้ในตาราง 3.1 สำหรับผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งที่ 2 รวม 16 ตัวอย่าง จากแหล่งน้ำประจำครัวเรือนของชุมชนบ้านสันคะยอมที่มีสถานการณ์ฟันตกกระค่อนข้างรุนแรง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ตามลำดับ คุณภาพน้ำที่เก็บตัวอย่างมาทั้งสองครั้งโดยรวมจะสังเกตได้ชัดว่ามีปริมาณโซเดียม และ ฟลูออไรด์ ค่อนข้างสูง แต่มีปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ค่อนข้างต่ำ ถึงต่ำมาก

3.2 ปริมาณฟลูออไรด์ และ ฟลูออไรด์กัมมันตภาพ

ปริมาณฟลูออไรด์และฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่คำนวนได้จากผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทั้ง 2 ระยะในตารางที่ 3.1 และ 3.2 แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 และ 3.4 ซึ่งตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้น ดังแสดงไว้ในกราฟรูปที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ กล่าวคือตัวอย่างน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงจะมีฟลูออไรด์กัมมันตภาพมากกว่าแคลเซียมกัมมันตภาพ ซึ่งตรงกันข้ามกับตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์ต่ำมีฟลูออไรด์กัมมันตภาพน้อยกว่าแคลเซียมกัมมันตภาพ

3.3 ประชากรเวชศาสตร์ของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ มีเพียงข้อมูลสถานการณ์ฟันตกกระในเด็กนักเรียนของชุมชนบ้านสันคะยอม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนที่ได้ศึกษาอย่างละเอียดโดย วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538) แล้วเท่านั้น คณะผู้วิจัยจึงได้เลือกสำรวจคุณภาพแหล่งน้ำบริโภคประจำครัวเรือนของเด็กนักเรียนที่มีปัญหาสภาพฟันตกกระจำนวนทั้งสิ้น 16 ครัวเรือน ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้ในครัวเรือนที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำค่อนข้างต่ำ ถึง ต่ำ มาก (0.10 - 0.05) ก็ยังมีเด็กนักเรียนที่มีสภาวะฟันตกกระรุนแรง (ระดับ 5) ข้อสังเกตนี้สำหรับกรณีที่ใช้ฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์เป็นดัชนีก็มีลักษณะทำนองเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

No.	Sample	Conduct us	Temp °c.	pH	Cl mg/l	NO_3^- mg/l	F mg/l	CO_3^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Cation meq/l	Anion meq/l	TDI meq/l	Ionic Balance Error (%)
1	วัดบ้านห้วยไซ (ก่อนกรอง)	568.00	27.30	6.90	8.30	ND	1.40	0.00	359.00	8.00	49.00	9.90	9.70	54.00	0.69	0.32	5.91	6.36	12.27	-3.62
2	วัดบ้านห้วยไซ (หลังกรอง)	555.00	25.70	6.70	9.40	ND	1.50	0.00	359.00	8.70	48.00	9.90	9.60	52.00	0.12	0.26	5.74	6.41	12.15	-5.51
3	บ้านหนองกวัก (ก่อนกรอง)	512.00	29.20	6.30	62.00	ND	4.70	0.00	182.00	8.80	80.00	10.00	6.10	13.00	1.28	0.77	4.96	4.16	9.12	8.74
4	บ้านหนองกวัก (หลังกรอง)	511.00	29.50	6.20	63.00	ND	4.60	0.00	177.00	9.30	77.00	9.90	6.00	11.00	0.30	0.05	4.66	5.11	9.77	-4.67
5	วัดสันพระเจ้าแดง (ใต้ดิน)	479.00	27.30	7.40	2.60	ND	3.30	0.00	316.00	1.40	103.00	3.00	1.40	4.00	3.56	0.32	5.01	5.46	10.47	-4.24
6	วัดสันพระเจ้าแดง (ประปา)	469.00	26.90	7.30	4.10	ND	3.20	0.00	311.00	1.40	101.00	3.40	1.60	6.00	4.07	0.20	5.06	5.41	10.48	-3.30
7	วัดป่าลาน (ก่อนกรอง)	541.00	28.80	7.60	0.50	ND	6.70	8.00	333.00	ND	119.00	3.10	1.50	7.00	0.39	0.03	5.74	5.82	11.57	-0.70
8	วัดป่าลาน (หลังกรอง)	532.00	27.10	7.80	2.10	ND	6.70	11.00	333.00	ND	117.00	3.20	1.50	8.00	0.99	0.03	5.73	5.87	11.60	-1.20
9	วัดศรีชัยชุม (ก่อนกรอง)	635.00	27.30	6.60	18.90	13.50	2.20	0.00	257.00	62.00	66.00	8.20	23.20	35.00	0.06	0.15	6.74	6.15	12.90	4.59
10	วัดศรีชัยชุม (หลังกรอง)	639.00	26.00	7.70	18.40	7.00	4.20	0.00	343.00	35.00	83.00	5.70	19.20	31.00	0.06	0.03	6.89	7.09	13.98	-1.46
11	บ้านแสนตอ (ไม่กรอง)	572.00	27.60	7.30	2.10	ND	4.80	11.00	359.00	1.00	69.00	9.70	9.00	38.00	0.06	0.13	5.89	6.22	12.11	-2.69
12	วัดกู่น้อย (บ่อโยก)	504.00	26.60	7.50	ND	ND	4.00	8.00	306.00	ND	99.00	3.00	3.30	5.00	0.96	0.20	4.95	5.23	10.17	-2.75
13	บ้านป่าเป้า (ประปา)	734.00	28.60	7.90	6.80	ND	12.20	11.00	429.00	ND	150.00	7.30	3.40	10.00	0.08	0.03	7.49	7.87	15.36	-2.41
14	บ้านป่าเป้า (บ่อโยก)	746.00	32.50	7.30	5.80	ND	13.60	11.00	429.00	ND	153.00	7.50	3.20	9.00	0.10	0.03	7.56	7.91	15.48	-2.24
15	บ้านปูเลย (ก่อนกรอง)	625.00	27.30	7.90	ND	ND	5.30	0.00	408.00	0.70	130.00	2.90	5.10	8.00	0.08	0.16	6.56	6.98	13.54	-3.13
16	บ้านปูเลย (หลังกรอง)	591.00	26.70	8.10	1.60	ND	5.30	0.00	402.00	0.90	127.00	2.90	5.00	7.00	0.07	0.26	6.37	6.93	13.30	-4.21
17	บ้านสันป่าฝ้าย (ก่อนกรอง)	764.00	30.70	8.10	5.80	ND	9.30	13.00	461.00	ND	177.00	1.10	3.00	4.00	0.06	0.04	7.93	8.21	16.14	-1.72
18	บ้านสันป่าฝ้าย (ซ้ำ)	725.00	26.50	8.20	6.30	0.70	9.70	11.00	461.00	ND	171.00	1.00	3.00	4.00	0.06	0.03	7.91	8.24	16.16	-2.04
19	บ้านดอกวัว (บ่อโยก)	717.00	27.10	8.30	6.30	ND	12.20	17.00	413.00	ND	167.00	3.50	0.90	4.00	0.09	0.03	7.66	7.59	15.25	0.45
20	บ้านหนองเป็ด (ก่อนกรอง)	461.00	25.20	7.80	ND	ND	2.50	0.00	223.00	ND	84.00	1.70	6.90	9.00	0.12	0.10	4.66	3.79	8.45	10.39

ตารางที่ 3.1 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลสาธารณะในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิ และ อำเภอเมืองจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

No.	Sample	Conductus	Temp °c.	pH	Cl mg/l	NO_3^- mg/l	F mg/l	CO_3^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Cation meq/l	Anion meq/l	TDI meq/l	Ionic Balance Error (%)
21	บ้านหนองเป็ด (หลังกรอง)	457.00	25.40	7.70	ND	ND	2.40	0.00	314.00	ND	88.00	1.60	6.90	7.00	0.16	0.11	4.75	5.27	10.02	-5.21
22	ร.ร บ้านเหมืองกวัก (ก่อนกรอง)	636.00	28.90	7.40	5.20	ND	12.30	8.00	381.00	ND	138.00	6.00	2.10	8.00	0.19	0.03	6.69	7.04	13.72	-2.58
23	ร.ร บ้านเหมืองกวัก (หลังกรอง)	647.00	29.40	7.50	4.70	1.10	12.30	8.00	381.00	ND	137.00	5.80	2.10	7.00	0.19	0.03	6.59	7.02	13.62	-3.17
24	วัดกู่คำเหนือ (บ้านดอกวัว ก่อนกรอง)	712.00	30.90	7.50	5.80	ND	13.70	8.00	429.00	ND	155.00	5.70	1.60	7.00	0.13	0.03	7.33	7.92	15.25	-3.84
25	วัดกู่คำเหนือ (บ้านดอกวัว หลังกรอง)	680.00	27.50	8.00	6.30	0.80	13.70	13.00	408.00	ND	153.00	6.00	1.60	6.00	0.14	0.03	7.25	7.59	14.83	-2.29
26	วัดบ้วบก (บ่อโยกสีเหลือง)	520.00	30.00	7.20	ND	ND	5.00	0.00	354.00	ND	72.00	6.90	1.30	2.30	3.80	0.39	3.85	6.02	9.86	-22.01
27	วัดบ้วบก (บ่อโยกสีแดง)	432.00	29.00	6.90	ND	ND	0.70	0.00	306.00	ND	112.00	5.90	4.20	8.90	2.17	0.04	5.26	5.05	10.31	1.97
28	วัดบ้านสันทราย	575.00	29.60	7.40	1.00	0.80	7.90	8.00	375.00	ND	137.00	1.30	1.80	4.00	0.08	0.03	6.34	6.59	12.93	-1.90
29	บ้านฮ่องแฮ่ (ก่อนกรอง)	596.00	33.80	7.20	2.10	ND	6.10	11.00	364.00	ND	127.00	1.50	1.10	10.00	0.21	0.04	6.16	6.35	12.51	-1.48
30	บ้านฮ่องแฮ่ (หลังกรอง)	539.00	27.80	7.80	2.10	ND	6.10	5.00	359.00	ND	126.00	1.40	1.10	4.00	0.09	0.03	5.81	6.26	12.08	-3.75
31	วัดบ้านร้องส้าว (ก่อนกรอง)	525.00	29.00	6.90	15.20	9.20	5.80	0.00	306.00	7.10	78.00	1.40	9.90	21.00	0.12	0.23	5.30	5.90	11.20	-5.30
32	วัดบ้านร้องส้าว (หลังกรอง)	539.00	29.00	6.80	17.30	10.10	5.60	0.00	300.00	7.60	74.00	1.60	10.70	22.00	0.06	0.23	5.25	5.86	11.11	-5.49
33	วัดแม่สารบ้านสอง (ก่อนกรอง)	522.00	29.50	7.40	1.00	ND	5.30	8.00	333.00	ND	105.00	1.90	6.00	9.00	0.13	0.08	5.57	5.77	11.33	-1.75
34	วัดแม่สารบ้านสอง (หลังกรอง)	500.00	28.10	7.80	1.00	ND	5.30	11.00	333.00	ND	102.00	1.50	6.00	8.00	0.10	0.03	5.37	5.77	11.14	-3.52
35	ร.ร ส้นตะขอม (ก่อนกรอง)	911.00	30.80	7.00	46.50	10.20	6.60	0.00	461.00	37.50	120.00	44.60	12.30	35.00	0.07	0.03	9.12	9.97	19.09	-4.44
36	ร.ร ส้นตะขอม (หลังกรอง)	900.00	28.90	7.30	45.10	10.20	6.90	0.00	397.00	40.00	120.00	44.60	12.20	33.00	0.07	0.04	9.02	8.98	17.99	0.22
37	บ้านท่าล้อ (ก่อนกรอง)	697.00	29.60	7.40	19.90	ND	7.80	0.00	434.00	2.40	119.00	1.40	12.40	21.00	0.18	0.10	7.29	8.14	15.43	-5.47
38	บ้านท่าล้อ (หลังกรอง)	694.00	22.60	7.30	19.90	ND	7.80	0.00	429.00	2.30	117.00	1.00	12.40	21.00	0.06	0.04	7.19	8.05	15.24	-5.67
39	การประปาบ้านวังทอง	345.00	28.70	6.90	ND	ND	1.10	0.00	252.00	ND	52.00	2.80	7.00	10.00	1.23	0.36	3.47	4.19	7.65	-9.44

ND for SO_4^{2-} < 0.7 mg/L ND for NO_3^- < 0.6 mg/l ND for Cl < 0.32 mg/l

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลสาธารณะในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิ และ อำเภอเมืองจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างที่	pH	Cl mg/L	CO3 mg/L	HCO3 mg/L	F mg/L	SO4 mg/L	NO3 mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cation meq/L	Anion meq/L	TDI meq L	Ionic Balance Error (%)
1	8.70	3.00	7.00	311.00	8.70	4.70	3.00	10.00	2.20	104.00	11.00	0.00	0.00	5.49	6.02	11.50	4.64
2	7.20	91.00	0.00	520.00	1.90	143.00	61.00	41.00	35.90	114.00	151.00	0.00	0.10	13.83	15.14	28.97	4.54
3	7.80	11.00	0.00	312.00	10.00	10.50	8.00	5.00	2.70	125.00	6.00	0.00	0.00	6.06	6.30	12.36	1.89
4	8.90	0.00	4.00	102.00	1.60	2.50	4.00	10.00	0.60	22.00	4.00	0.00	0.00	1.61	2.01	3.61	11.02
5	8.00	13.00	0.00	312.00	9.80	10.80	7.00	5.00	3.30	124.00	6.00	0.00	0.00	6.07	6.33	12.40	2.13
6	8.70	2.00	5.00	281.00	6.90	4.30	6.00	4.00	2.60	97.00	12.00	0.51	0.00	4.94	5.38	10.32	4.24
7	8.40	19.00	4.00	312.00	8.20	15.20	22.00	7.00	4.60	124.00	19.00	0.12	0.00	6.61	6.88	13.49	2.05
8	9.10	0.00	8.00	161.00	2.80	4.20	3.00	17.00	1.30	39.00	4.00	0.00	0.00	2.77	3.19	5.96	6.98
9	8.90	20.00	7.00	318.00	9.60	14.30	15.00	6.00	4.00	129.00	12.00	0.51	0.00	6.55	7.05	13.60	3.68
10	7.50	296.00	0.00	882.00	0.40	235.00	130.00	69.00	1.10	329.00	354.00	0.00	0.00	26.90	29.78	56.68	5.09
11	7.80	12.00	0.00	318.00	9.80	9.10	7.00	5.00	3.10	124.00	6.00	0.12	0.00	6.07	6.37	12.44	2.39
12	7.50	34.00	0.00	139.00	0.30	47.00	106.00	29.00	12.70	59.00	39.00	0.00	0.00	6.06	5.94	11.99	-0.99
13	9.10	0.00	6.00	102.00	0.10	8.60	10.00	24.00	1.30	8.00	9.00	0.00	0.00	1.89	2.22	4.10	8.05
14	7.30	104.00	0.00	639.00	1.90	73.00	39.00	34.00	21.50	163.00	201.00	0.14	0.00	15.70	15.64	31.34	-0.17
15	7.00	102.00	0.00	425.00	0.05	99.00	125.00	48.00	25.60	109.00	182.00	0.00	0.00	13.90	13.91	27.81	0.05
16	7.20	89.00	0.00	446.00	0.10	97.30	95.00	41.00	24.20	89.00	182.00	0.00	0.00	12.57	13.37	25.94	3.10

ตารางที่ 3.2 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อขุดและบ่อบาดาลประจำครัวเรือนในชุมชนบ้านสันคะยอม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบปริมาณฟลูออไรด์และค่า ฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอที่คำนวนจากตาราง 3.1

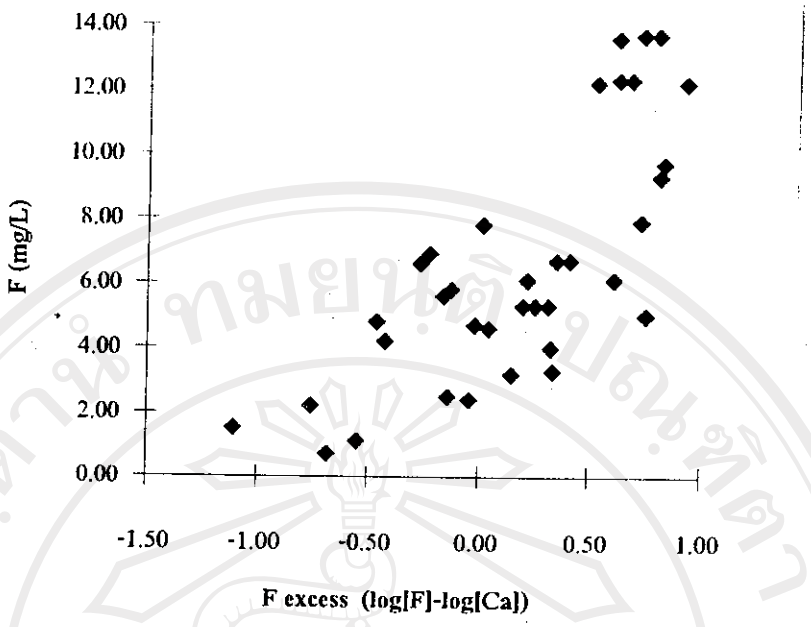
ตัวอย่างที่	สถานที่	F (mg/L)	log[F]-log[Ca]
1	วัดบ้านห้วยไซ (ก่อนกรอง)	1.40	-1.15
2	วัดบ้านห้วยไซ (หลังกรอง)	1.50	-1.10
3	บ้านเหมืองกวัก (ก่อนกรอง)	4.70	-0.02
4	บ้านเหมืองกวัก (หลังกรอง)	4.60	0.04
5	วัดสันพระเจ้าแดง (ใต้ดิน)	3.30	0.34
6	วัดสันพระเจ้าแดง (ประปา)	3.20	0.15
7	วัดป่าลาน (ก่อนกรอง)	6.70	0.41
8	วัดป่าลาน (หลังกรอง)	6.70	0.35
9	วัดศรีชัยชุม (ก่อนกรอง)	2.20	-0.76
10	วัดศรีชัยชุม (หลังกรอง)	4.20	-0.43
11	บ้านแสนตอ (ไม่กรอง)	4.80	-0.46
12	วัดกู่น้อย (บ่อโยก)	4.00	0.32
13	บ้านป่าเป้า (ประปา)	12.20	0.53
14	บ้านป่าเป้า (บ่อโยก)	13.60	0.62
15	บ้านปูเลย (ก่อนกรอง)	5.30	0.25
16	บ้านปูเลย (หลังกรอง)	5.30	0.31
17	บ้านสันป่าฝ้าย (ก่อนกรอง)	9.30	0.81
18	บ้านสันป่าฝ้าย (ซ้ำ)	9.70	0.83
19	บ้านดอกวัว (บ่อโยก)	12.20	0.92
20	บ้านหนองเปิด (ก่อนกรอง)	2.50	-0.14
21	บ้านหนองเปิด (หลังกรอง)	2.40	-0.04
22	ร.ร บ้านเหมืองกวัก (ก่อนกรอง)	12.30	0.62
23	ร.ร บ้านเหมืองกวัก (หลังกรอง)	12.30	0.68
24	วัดกู่คำเหนือ (บ้านดอกวัว ก่อนกรอง)	13.70	0.73
25	วัดกู่คำเหนือ (บ้านดอกวัว หลังกรอง)	13.70	0.80
26	วัดบัวบก (บ่อโยกสีเหลือง)	5.00	0.75
27	วัดบัวบก (บ่อโยกสีแดง)	0.70	-0.68
28	วัดบ้านสันทราย	7.90	0.73
29	บ้านฮ่องแฮ่ (ก่อนกรอง)	6.10	0.22
30	บ้านฮ่องแฮ่ (หลังกรอง)	6.10	0.61
31	วัดบ้านร้องส้าว (ก่อนกรอง)	5.80	-0.13
32	วัดบ้านร้องส้าว (หลังกรอง)	5.60	-0.16
33	วัดแม่สารบ้านตอง (ก่อนกรอง)	5.30	0.20
34	วัดแม่สารบ้านตอง (หลังกรอง)	5.30	0.25
35	ร.ร สันตะยอม (ก่อนกรอง)	6.60	-0.27
36	ร.ร สันตะยอม (หลังกรอง)	6.90	-0.23
37	บ้านท่าล้อ (ก่อนกรอง)	7.80	0.01
38	บ้านท่าล้อ (หลังกรอง)	7.80	0.01
39	การประปาบ้านวังทอง	1.10	-0.55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

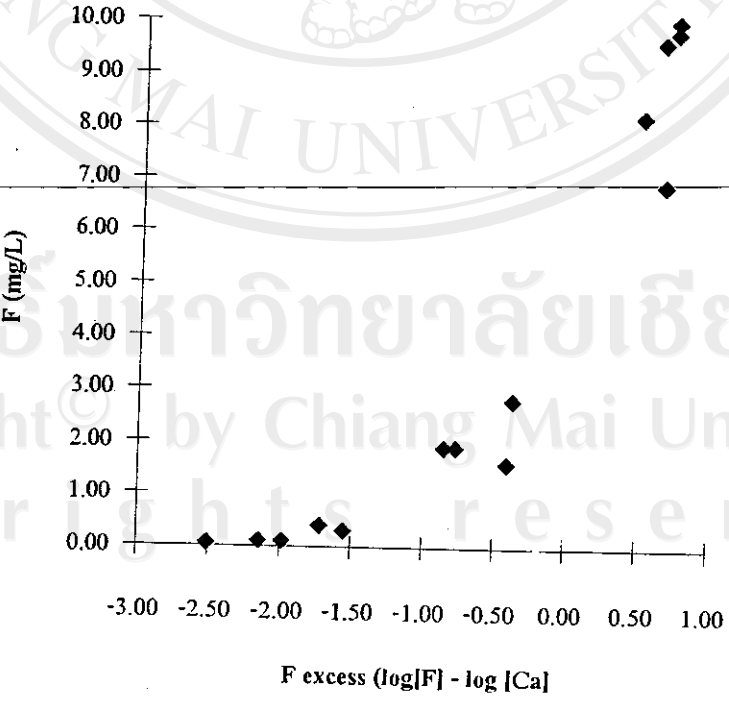
ตารางที่ 3.4 แสดงรายชื่อเจ้าของบ้านที่ทำการเก็บตัวอย่าง ชนิดของบ่อน้ำ ปริมาณฟลูออไรด์ และปริมาณฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ที่คำนวนจากตารางที่ 3.2

ตัวอย่างที่	สถานที่ (ตามรายชื่อเจ้าของบ้าน)	ชนิดของบ่อน้ำบริโภค-อุปโภค	F (mg/L)	log[F] - log[Ca]
1	นายจรูญ ญะเมืองมอญ	บ่อขุด	8.7	0.37
2	นายสมฤทธิ์ ลังกาพยอม	บ่อขุด	1.9	-0.85
3	นายทรายคำ สมเป้า	บ่อขุด	10	0.73
4	นางบาง สมเป้า	บ่อขุด	1.6	-0.41
5	นายประเสริฐ อุตตระพยอม	บ่อขุด	9.8	0.72
6	นายเมืองแก้ว สุขะใหญ่	บ่อขุด	6.9	0.66
7	นายทองคำ ศรีนวลใหญ่	บ่อขุด	8.2	0.50
8	นายสุทัศน์ รินแจ่ม	บ่อขุด	2.8	-0.38
9	นายปิ่น บุญญาลัย	บ่อขุด	9.6	0.64
10	นายเสาร์ ปิงพะยอม	บ่อขุด	0.4	-1.72
11	นางตุ้ย รินแจ่ม	บ่อขุด	9.8	0.72
12	นายสงวน พันธ์สกุล	บ่อขุด	0.3	-1.55
13	นายบุญส่ง คำกาศ	บ่อขุด	0.1	-1.98
14	นางราตรี ทับศรีรักษ์	บ่อขุด	1.9	-0.77
15	นางจันทร์ศรี ญะเมืองมอญ	บ่อขุด	0.05	-2.50
16	นายหมูด สมลิคุณ	บ่อขุด	0.1	-2.14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ปริมาณฟลูออไรด์และค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ในตัวอย่างน้ำชุดที่ 1 (กิ่งอำเภอบ้านธิและอำเภอเมืองลำพูน)



รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ปริมาณฟลูออไรด์และค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินพอ ในตัวอย่างน้ำชุดที่ 2 (ชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมืองลำพูน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ของเด็กอายุระหว่าง 6-15 ปี ที่อาศัยในบ้านที่ได้เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์

ตัวอย่างเลขที่	ชื่อเจ้าของบ้าน	ชื่อเด็กนักเรียน	อายุ (ปี)	สภาพฟันตกกระ	ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค
1	นายจรูญ ญะเมืองมอญ	ด.ญ.กนกวรรณ ญะเมืองมอญ	8	5	8.7
2	นายสมฤทธิ์ ลังกาพยอม	นายเกชา ลังกาพยอม	15	4	1.9
3	นายทรายคำ สมเป้า	ด.ญ.ธิดารัตน์ สมเป้า	11	5	10.0
4	นางบาง สมเป้า	ด.ช.ชินเรศ มณีขัตย์	9	5	1.6
5	นายประเสริฐ อุตตระพยอม	ด.ญ.พัชรินทร์ อุตตระพยอม	12	5	9.8
6	นายเมืองแก้ว สุยะไหญ่	ด.ญ.ทิพากร สุยะไหญ่	9	4	6.9
7	นายทองคำ ศรีนวลใหญ่	ด.ญ.วรรณิศา ศรีนวลใหญ่	9	4	8.2
8	นายสุทัศน์ รินแจ่ม	ด.ช.สุชาติ รินแจ่ม	13	5	2.8
9	นางปิ่น บุญญาลัย	ด.ช.เจษฎาภรณ์ บุญญาลัย	7	5	9.6
10	นายเสาร์ ปิงพะยอม	ด.ญ.วรัญญา ปิงพะยอม	8	5	0.4
11	นางตุ้ย รินแจ่ม	ด.ญ.ศิริธร มณีขัตย์	8	5	9.8
12	นายสงวน พันธ์สกุล	ด.ช.สุภาพ พันธ์สกุล	11	4	0.3
13	นายบุญส่ง คำกาศ	ด.ช.เอกดนัย คำกาศ	7	4	0.1
14	นางราตรี ทับศรีรักษ์	ด.ญ.รัตติกาล ทับศรีรักษ์	12	4	1.9
15	นางจันทร์ศรี ญะเมืองมอญ	ด.ญ.มยุฉีย์ ญะเมืองมอญ	9	5	0.05
16	นายหมูด สมลิคุณ	นายไพโรจน์ ศรีไม้	15	5	0.1

หมายเหตุ: อายุและสภาพฟันตกกระของของเด็กนักเรียนอ้างตามรายงานการศึกษาของ ทญ.วิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 โรคฟลูออไรด์เป็นพิษกับฟลูออไรด์กัมมันตภาพในแหล่งน้ำบาดาล

คณะผู้วิจัยได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพที่มากเกินแคลเซียมกัมมันตภาพในแหล่งน้ำประจำครัวเรือน กับสภาวะฟันตกกระในเด็กนักเรียนโดยอาศัยข้อมูลของวิมลศรี พ่วงภิญโญ (2538) และชุมชนบ้านสันคะยอมเป็นกรณีศึกษาทางลึก เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในบริเวณอื่นๆ ของพื้นที่ศึกษาสำหรับประเมินความเสี่ยงของชุมชนนั้นๆ ต่อโรคฟลูออไรด์เป็นพิษ

ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติในข้อมูลประชากรเวชศาสตร์ร่วมกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำชุดที่ 2 ที่ชุมชนบ้านสันคะยอมพบว่า จากจำนวนที่สุ่มมาศึกษา 16 ราย พบว่ามีเด็กนักเรียนจำนวน 10 รายที่มีสภาพฟันตกกระระดับ 5 อาศัยในครัวเรือนที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำบริโภคประจำบ้านระหว่าง 0.1 - 8.2 มก./ลิตร (เฉลี่ย 5.3 มก./ลิตร) และมีค่า ฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ระหว่าง -1.98 ถึง - 0.66 (เฉลี่ย 0.39) เด็กนักเรียนที่เหลืออีก 6 รายที่มีสภาวะฟันตกกระระดับ 4 และอาศัยในครัวเรือนที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำบริโภคประจำบ้านระหว่าง 0.05 - 10.0 มก./ลิตร (เฉลี่ย 3.2 มก./ลิตร) และมีค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ระหว่าง -2.5 ถึง - 0.73 (เฉลี่ย 0.67) ค่าที่ได้เมื่อนำมาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น (รูปที่ 3.3) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามสมามารถแสดงโดยสมการเส้นตรงดังนี้

$$F = 7.5\ Fx + 8.23 \quad \text{.....(1)}$$

$$F = 2.1\ Fi - 5.2 \quad \text{.....(2)}$$

$$Fx = 0.28\ Fi - 1.79 \quad \text{.....(3)}$$

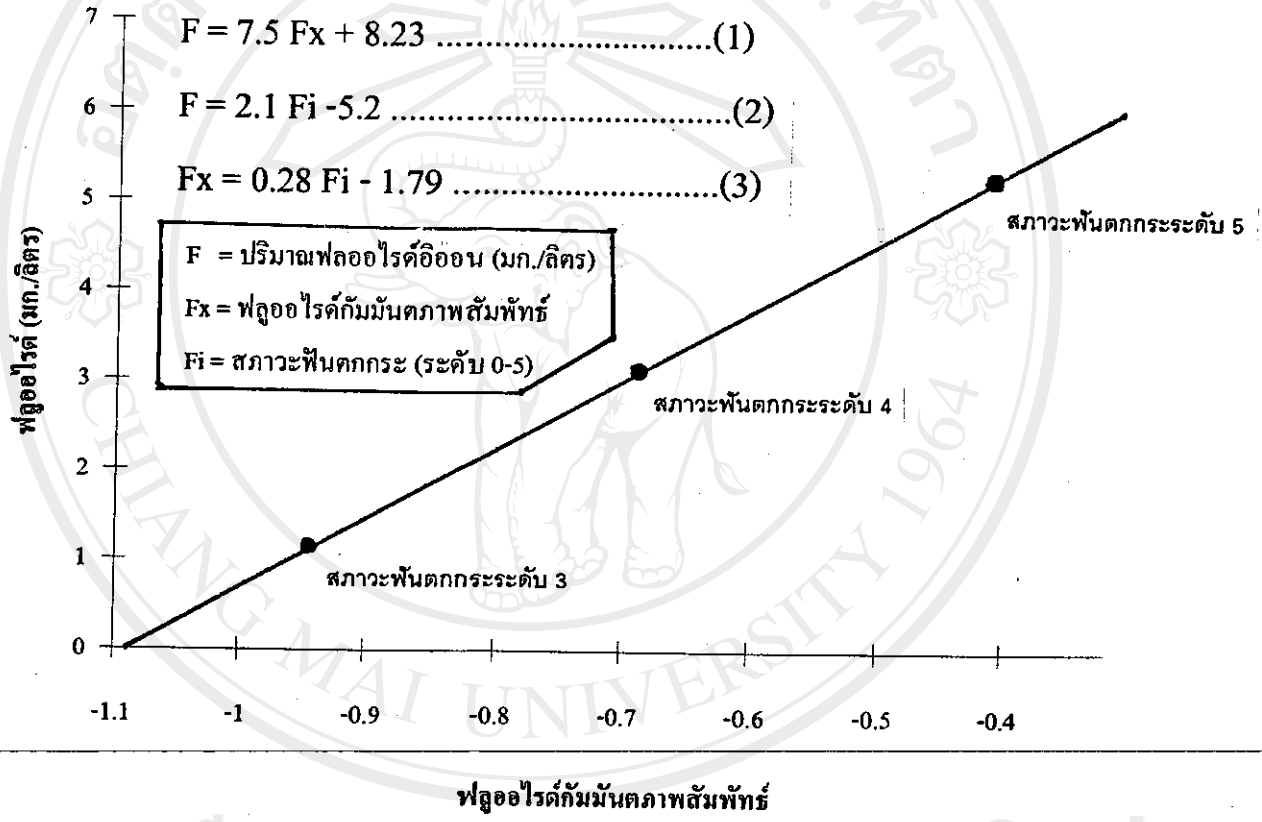
เมื่อ F คือปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (หน่วย มก./ลิตร) Fx คือค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ (ไม่มีหน่วย) Fi คือ สภาวะฟันตกกระ (ระดับ 0 - 5) ทั้ง 3 สมการนี้ สมการที่ 2 นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีข้อจำกัด ซึ่งเมื่อแทนค่า F = 0.00 ค่า สภาวะฟันตกกระยังสูงถึง 2 ซึ่งไม่น่าจะสอดคล้องกับความเป็นจริง ในขณะที่ค่า Fx จากสมการที่ 3 ยังสามารถนำไปใช้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการที่ได้ คณะผู้วิจัยได้นำไปประยุกต์กับข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างที่เก็บจากบ่อบาดาลสาธารณะในครั้งที่ 1 (ดู ตารางที่ 3.3 ประกอบ) เพื่อประเมินความเสี่ยงของชุมชนที่บริโภคแหล่งน้ำนั้นๆ พบว่า ทุกๆ จุดที่ทำการศึกษามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษสูงถึงสูงมาก ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ -1.15 (หมายเลข 1 วัดบ้านห้วยไซ) สูงสุดที่ 0.92 (หมายเลข 19 บ้านคอกวัว) ในขณะที่สภาวะฟันตกกระในเด็กที่รุนแรงสูงสุดระดับ 5 ชุมชนบ้านสันคะยอมมีค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์เฉลี่ยเพียง -0.39 เท่านั้น อย่างไรก็ดีความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวอาจจะใช้ได้ดีสำหรับพื้นที่ศึกษานี้เท่านั้น ความแตกต่างในสภาพธรณีวิทยา อุทกธรณีเคมี ตลอดจนเผ่าพันธ์และวัฒนธรรมการกินอยู่ในท้องที่อื่น เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงและศึกษาเพิ่มเติมก่อนที่จะนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์อย่างเป็นสากล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ ค.14335



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟลูออไรด์ ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ และสภาวะฟันตกกระในตัวอย่างน้ำชุดที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้พอสรุปได้ว่าโดยทั่วไป ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม กับการใช้ค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์กับแคลเซียมกัมมันตภาพ สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษได้ดีพอกัน แม้ว่าอย่างหลังอาจยุ่งยากในการคำนวนสมมูลย์เคมีอีกทั้งต้องทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทุกตัวเสียก่อนก็ตาม แต่ในบางพื้นที่ ดังที่ปรากฏรายงานในต่างประเทศที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ซึ่งมีการรายงานว่าปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มแม้ว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากลก็ยังสามารถส่งผลต่อสภาวะฟันตกกระได้ ในกรณีสถานการณ์ฟันตกกระในชุมชนบ้านสันคะยอม ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันตกกระ กับปริมาณฟลูออไรด์ และ ฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์แสดงได้ในรูปของสมการเส้นตรง (สมการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ) ซึ่งพบว่าสมการ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันตกกระ กับปริมาณฟลูออไรด์ นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีข้อจำกัด กล่าวคือเมื่อแทนค่า F = 0.00 ค่า สภาวะฟันตกกระก็ยังสูงถึง 2 ซึ่งไม่น่าจะสอดคล้องกับความเป็นจริง ในขณะที่สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันตกกระ กับค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ยังสามารถนำไปใช้ได้ถึงแม้จะมีค่าติดลบก็มิได้หมายความว่าปริมาณฟลูออไรด์มีค่าติดลบไปด้วย โดยอาศัยค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยง คณะผู้วิจัยพบว่าทุกๆ จุดที่ทำการศึกษาในบริเวณกิ่งอำเภอบ้านธิและอำเภอเมืองลำพูนล้วนมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษสูงถึงสูงมาก โดยตรวจพบค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ -1.15 ในบ่อบาดาลสาธารณะที่วัดบ้านห้วยไซ และสูงสุดที่ 0.92 ในบ่อบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่บ้านดอกวัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย รัตนเสถียร, เบ็ญจวรรณ รัตนเสถียร, เกรียงศักดิ์ อิ่มใจ, มุนี แก้วปลั่ง, ไพโรจน์ สภาวจิตร, และ อุทัยวรรณ กาญจกามล, 2524. การค้นหาสาเหตุของโรคฟลูออไรด์เป็นพิษในภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 70 หน้า

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2538. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 351หน้า

วิมลศรี พ่วงภิญโญ, 2538. สถานการณ์ฟันตกกระในชุมชนของบ้านสันคะยอม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. รายงานการค้นคว้าแบบอิสระตามเงื่อนไขของหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 95 หน้า

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, 2539. ฟลูออไรด์ กับ ทันตสุขภาพ. เอกสารวิชาการแปลจาก "Fluoride and Oral Health"(รายงานวิชาการลำดับที่ 846 ขององค์การอนามัยโลกประจำปีค.ศ.1994), บริษัทวัลย์รัตน์การพิมพ์จำกัด, เชียงใหม่, 55 หน้า

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, 2530. ฟลูออไรด์ในน้ำดื่มบรรจุขวดกับการคุ้มครองผู้บริโภค. เอกสารวิชาการ, โรงพิมพ์กลางเวียง จังหวัดเชียงใหม่, 52 หน้า

APHA(American Public Health Association), 1989, Standard methods for the examination of water and waste water (2nd.ed). Washington, APHA Inc., 1268 p.

Asnachinda, P., 1992, Hydrochemistry of groundwaters in the Chiang Mai Basin, northern Thailand. Unpublished Ph.D. thesis submitted to University of London.

Asnachinda, P., 1997. Hydrogeochemistry of the Chiang Mai Basin, northern Thailand, Jour. of Asian Earth Sciences, Vol. Nos. p.

Baum., F., von Braun, E., Hess, A., and Koch, K.E., 1982, Geological map of northern Thailand sheet no. 5 (Chiang Mai). Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hanover, scale 1:250,000.

Dean, H.T., 1942. The investigation of physiological effects by the epidermiological method. In: Moulton, R.F. ed. *Fluorine and dental health*. American association for the advancement of Science, Washington DC, p. 23-31.

Hem, J.D., 1985. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters, 2nd edition. US Geol.Survey Water Supply Paper 2254, 263 p.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Krajca, J., 1989, Water sampling. Chichester, England, Ellis Horwood Ltd., 212 p.

Phantumvanit, P., Songpaisan, Y., Harnpratak, S., Lekswat, P., and Schamschula, R.G., 1984. Relationship between fluoride content in drinking water and community fluorosis index in Chiang Mai. Presented at the 10th Conference of Science and Technology of Thailand, Chiang Mai.

Ramingwong, T., Ratanasthien, B., Wattananinkorn, K., Tantisukrit, C., Lerdthusnee, S., Thanasuthipitak, T., Pitragool, S., 1980. Phase I Final report on geothermal resources of northern Thailand, San Kamphaeng, Fang, and Mae Chan geothermal systems. Unpub. Report submitted to EGAT, 244 p.

Ratanasthien, B., 1991. Fluorotoxicosis due to groundwater contamination in Chiang Mai Basin. Proc. Regional workshop on Groundwater Contamination, Chiang Mai, Thailand.

Ratanasthien, B., and Ramingwong, T., 1982. The intrusion of thermal water into domestic groundwater system in the areas of San kamphaeng and Lamphun: Proc. Annual technical Meeting 1982, Dept. Geol.Sci., Chiang Mai University, p.137-147.

Ratanastien, B., Tung,S., and Jariyawatana, P., 1980. Distribution of fluoride, nitrate and sodium ions in subsurface water in Amphoe San Kamphaeng, Amphoe Sarapee, Amphoe Muang Chiang Mai, and Amphoe Muang Lamphun. Unpub. Open File Report No.8010-3, Dept. Geol. Sci., Chiang Mai University, 24 p.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ นายพงษ์พอ อาสนจินดา

ตำแหน่งปัจจุบัน : รองศาสตราจารย์ ระดับ 9 / หัวหน้าภาควิชาธรณีวิทยา / ประธานศูนย์วิจัยน้ำ
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	ชื่อเต็ม	สาขาวิชา	สถาบัน	ประเทศ
2515	ตรี	วท.บ.	วิทยาศาสตรบัณฑิต	ธรณีวิทยา	ม.เชียงใหม่	ไทย
2520	โท	M.Sc.	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	ธรณีวิทยา	ม.เลสเตอร์	สหราชอาณาจักร
2535	เอก	Ph.D.	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	ธรณีวิทยา	ม.ลอนดอน	สหราชอาณาจักร

สาขาวิชาที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ

ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีวิทยาแปรสัณฐาน ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม และ อุทกธรณีเคมี

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1978, Tin mineralization in the Burmese-Malayan Peninsula: a plate tectonic model.

1978, Tin mineralization and petrochemistry relationship of the Thai granitoids.

1981, The stibnite-bearing deposits of northern Thailand.

1982, Relationship of fracture patterns and epigenetic ore deposits of northern Thailand

1982, Identification of ore minerals using their electrical resistance.

1983, Electrical resistance of galena, pyrite and chalcopyrite from deposits of diverse origin.

1984, Regional control of hydrothermal ore localization in northern Thailand.

1986, Geology of magnesite and chromite deposits at Amphoe Na Noi, Changwat Nan.

1987, Preparing and catatloging heavy mineral specimens from alluvial tin ores of Thailand.

1988, Geochemical and sedimentological characteristics of Hong Hoi Formation, near Lampang.

1988, Geochemistry of niobium-tantalum in tin-tungsten deposits at Ban Rai, Uthai Thani, Thailand.

1990, Preliminary investigation of radon and radon daughter concentration in dwelling close to certain fluorite mines in northern Thailand.

1991, Uranium exploration in the vicinity of Doi Pae Po Mak, Ban Doi Tao, Changwat Chiang Mai.

1993, Characterization and uses of upgraded barytes.

1994, Geochemistry of groundwater of the Chiang Mai basin.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1994, Geology and hydrogeology of the Muang Paeng geothermal area, Amphoe Pai, Changwat Mae Hong Son.

1995, Hydrogeochemistry of Chiang Mai basin, northern Thailand.

1995, Keng Tung Geothermal Field, Eastern Shan State, Myanmar.

1996, Geochemical characterization of natural waters of the Chiang Mai basin using principal component analysis.

1996, Microbial activities and nitrate content in shallow groundwater at Ban Na Kob, Amphoe Chom Thong, Changwat Chiang Mai.

1996, Water quality monitoring of Ping and Kuang rivers in 1995.

1997, Water quality monitoring of Ping and Kuang rivers in 1996.

งานวิจัยที่กำลังทำ

1998, Geochemical and isotope investigations of the Fang geothermal field, northern Thailand.

1998, Preliminary investigations of main wetlands in the Chiang Mai-Lamphun basin.

1998, Biodiversity of main wetlands in the Chiang Mai-Lamphun basin.

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นางมยุรี พรหมพุทธา

ตำแหน่งปัจจุบัน : พนักงานวิทยาศาสตร์ระดับ 4

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	ชื่อเต็ม	สาขาวิชา	สถาบัน	ประเทศ
2534	อนุปริญญา	อวท.	อนุปริญญาวิทยาศาสตร์	เคมีปฏิบัติ	สถาบันราชภัฏเชียงใหม่	ไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาขาวิชาที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ

เคมีวิเคราะห์ โดยเฉพาะการวิเคราะห์ตัวอย่างทางธรณีวิทยา (ดิน หิน แร่ น้ำ และ ถ่านหิน)

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว (ผู้ร่วมวิจัย)

2538, คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบแยกน้ำมันออกจากน้ำทิ้งของโรงกลั่นน้ำมันฝาง

2538, การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อสะดวกในการวิเคราะห์หาซิลิกอน (หัวหน้าโครงการ)

1996, Water Quality Monitoring of Ping and Kuang Rivers in 1996

1995, Water Quality Monitoring of Ping and Kuang Rivers in 1995

1994, Active carbon from coalfield in Li basin, northern Thailand.

2536, ผลกระทบของคุณสมบัติถ่านหินที่มีต่อพฤติกรรมการดูดซับไอออน

2537, การวิเคราะห์คลอโรฟอร์มที่ใช้สกัดถ่านหินตัวอย่าง โดยเทคนิคแกสโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมทรี

2537, การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์กาซที่ได้จากการเผาถ่านลิกไนต์บางชนิดจากภาคเหนือของไทย โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมทรี

2537, ชนิดของกาซถ่านหินที่ถูกขับออกมาจากลิกไนต์ที่อุณหภูมิต่ำ

งานวิจัยที่กำลังทำ (ผู้ร่วมวิจัย)

การเตรียมถ่านหินไทยเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำและบำบัดน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved