

แร่ดินวิทยา

แร่ดิน (CLAY MINERALS) โดยทั่วไปเป็นพวกไฮดรอล อะลูมิเนียมซิลิเกต (HYDROUS ALUMINOUS SILICATE) แต่มักมีไอออน (IONS) ของพวก Fe, Mg, Ca, K, Na, และไอออนของตัวอื่นประกอบอยู่ด้วย แร่ดินส่วนใหญ่แล้วจัดอยู่ในกลุ่ม ฟิลโลซิลิเกต (PHYLLOSILICATES) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบแผ่น (SHEET STRUCTURE) ยกเว้นพวกแอตตาปุลไกต์ (ATTAPULGITE) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างจับตัวกันยาวเหมือนลูกโซ่ (CHAIN SILICATES) กลุ่มแร่ดินที่รู้จักกันดี ได้แก่

กลุ่มแร่เคโอลิไนต์ (KAOLINITE GROUP)

แร่กลุ่มนี้เป็นพวกไฮเดรต อะลูมิเนียมซิลิเกต (HYDRATED ALUMINO-SILICATES) โดยทั่วไปมีส่วนประกอบเคมี $Al_2O_3 \cdot SiO_3 \cdot H_2O$ เป็นอัตราส่วน 1:2:2 และมีโครงสร้างแบบฟิลโลซิลิเกต (PHYLLOSILICATES) คือเป็นแผ่น ๆ ชนิด 1:1 แต่ละแผ่นวางตัวไม่สมมาตรกัน โดยมีแผ่นซิลิกา เตตระฮีดรัล (SILICA TETRAHEDRAL SHEET)

(รูปที่ ๑) อยู่ด้านหนึ่งและมีแผ่นอะลูมินาออกตะฮีดรัล (ALUMINA OCTAHEDRAL SHEET) (รูปที่ ๒) อยู่อีกด้านหนึ่ง ในรูปที่ ๓ กลุ่มไฮดรอกซิล (HYDROXYL) ของแผ่นออกตะฮีดรัลจับยึดกับออกซิเจน (OXYGENS) โครงฐานของแผ่นเตตระฮีดรัลของแผ่นถัดไป ดังนั้น จะเห็นว่าแร่เคโอลิไนต์มีสองหน้า ซึ่งแต่ละหน้ามีส่วนประกอบทางเคมี และโครงสร้างต่างกัน โดยเฉพาะไม่มีการแทนที่ของไอออนประจุบวกของธาตุที่คล้ายคลึงกัน (ISOMORPHOUS REPLACEMENT OF CATIONS) ในโครงสร้างสร้างของแร่นี้ ซึ่งทำให้หน่วยเซลล์นี้ ประจุเป็นกลาง

แร่กลุ่มเคโอลิไนต์นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่ม ก. เป็นกลุ่มแร่ที่มีโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีคล้ายคลึงกับแร่เคโอลิไนต์ แร่กลุ่มนี้ได้แก่ เคโอลิไนต์ (KAOLINITE) ดิสอเดอร์ เคโอลิไนต์ (DISORDERED AND POORLY CRYSTALLINE KAOLINITE) ดิกไกต์ (DICKITE) แนโคริต (NACRITE) เมตาแฮลลอยไซต์ (METAHALLOYSITE) ดิสอเดอร์ แฮลลอยไซต์ (DISORDERED HALLOYSITE) กลุ่ม ข. ต่างกับกลุ่ม ก. ตรงกลุ่ม ข. มีโมเลกุลของน้ำเพิ่มขึ้น (BUT WITH ADDITIONAL WATER) แร่กลุ่ม ข. นี้ได้แก่แอลโลเฟน (ALLOPHANE) และแฮลลอยไซต์ (HALLOYSITE)

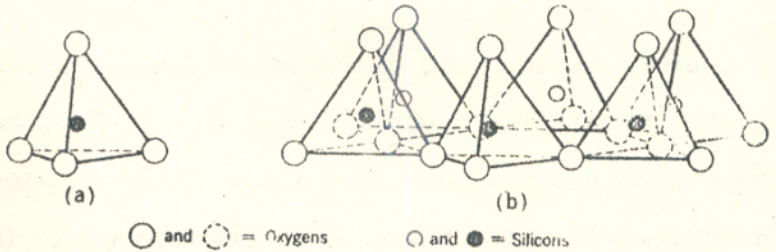


Figure 10 Diagrammatic sketch showing (a) a single silica tetrahedron and (b) the sheet structure of silica tetrahedrons arranged in a hexagonal network.

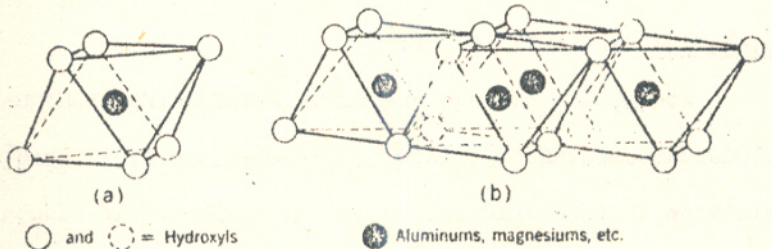


Figure 11 Diagrammatic sketch showing (a) a single octahedral unit and (b) the sheet structure of the octahedral units.

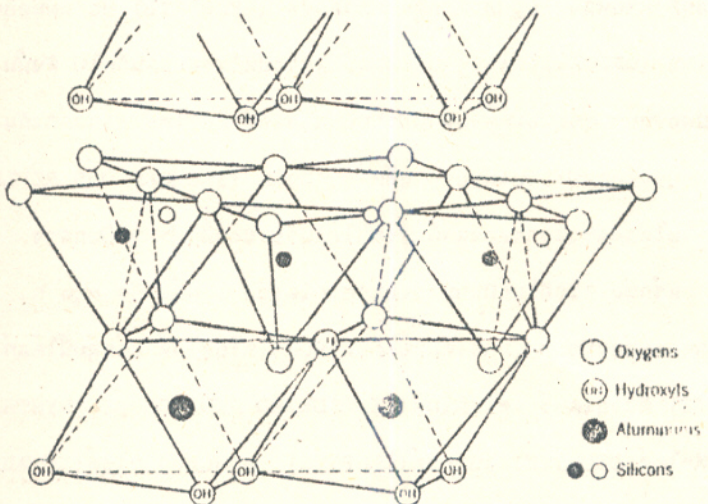


Figure 12 Diagrammatic sketch of the structure of the kaolinite layer. (After Gruner.11) (in Grim, 1968)

เคโอลิไนต์ (KAOLINITE)

มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้ คือ $2Al_2Si_2O_5(OH)_4$ โครงสร้างของเคโอลิไนต์ ประกอบด้วยแผ่น SiO_2 - เตตระฮีดรัล จับยึดกับแผ่น Al_2O_3 - ออกตะฮีดรัล และวางซ้อนกันขึ้นไปตามแนวตั้งเรียกว่าแกน c ดังรูปที่ ๓ และแต่ละแผ่นของ Al_2O_3 - ออกตะฮีดรัล และ SiO_2 - เตตระฮีดรัล จับยึดต่อเนื่องไปตามแนวอนที่เรียกว่าแกน a และ b เคโอลิไนต์มีรูปผลึกแบบไตรคลินิก (TRICLINIC)

ดิสอเดอร์ เคโอลิไนต์ (DISORDERED KAOLINITE)

มีลักษณะเหมือนเคโอลิไนต์เกือบทุกประการ เว้นแต่อาจมีอ็อกซิดของธาตุดำอื่นเข้าไปแทนที่อะลูมิเนียมในแผ่นออกตะฮีดรัลได้บ้าง

ดิกไกต์ (DICKITE) และแนคริต (NACRITE)

มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนเคโอลิไนต์ แต่ต่างกันตรงโครงสร้าง เกี่ยวกับการวางตัวซ้อนและต่อเนื่องของแผ่น SiO_2 - เตตระฮีดรัล และแผ่น Al_2O_3 - ออกตะฮีดรัล เท่านั้น ดิกไกต์และแนคริตมีรูปผลึกแบบโมนอกลิติก (MONOCLINIC)

แฮลโลยไซต์ (HALLOYSITE)

มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายกับเคโอลิไนต์ จะแตกต่างกันตรงที่ภายในโครงสร้างของแฮลโลยไซต์มีโมเลกุลของน้ำแทรกปะปนอยู่ด้วยและกลุ่มผลึกมีลักษณะเป็นหลอด ซึ่งเห็นได้ชัดภายใต้กล้อง ELECTRON MICROSCOPE

อัลโลเฟน (ALLOPHANE)

ประกอบด้วยไฮดรอล อะลูมิโน ซิลิเกต (HYDROUS ALUMINO SILICATE) มีส่วนประกอบของ SiO_2 และ Al_2O_3 โดยปกติจะเป็นอัตราส่วน 1 : 1 บางครั้งอาจเป็น 1 : 2 ก็ได้ อัลโลเฟนไม่มีรูปร่าง เพราะว่าเป็นโครงสร้างของผลึกไม่แน่นอน

กลุ่มแร็สเมกไตต์ (SMECTITE GROUP) กลุ่มแร็สเมกไตต์ มีส่วนประกอบโครงสร้างดังนี้

๑. มีแผ่นออกตะฮีดรัล ๑ แผ่น แทรกอยู่ระหว่างกลางของแผ่นเตตระฮีดรัล ๒ แผ่น ลักษณะของแผ่นออกตะฮีดรัลที่แทรกอยู่นี้เหมือนกับไส้แซนวิชที่ซ้อนอยู่ระหว่างขนมปัง ๒ แผ่นนั่นเอง

๒. อาจมีแมกนีเซียมไปแทนที่อลูมิเนียม ในแผ่นออกตะฮีดรัลได้บ้าง

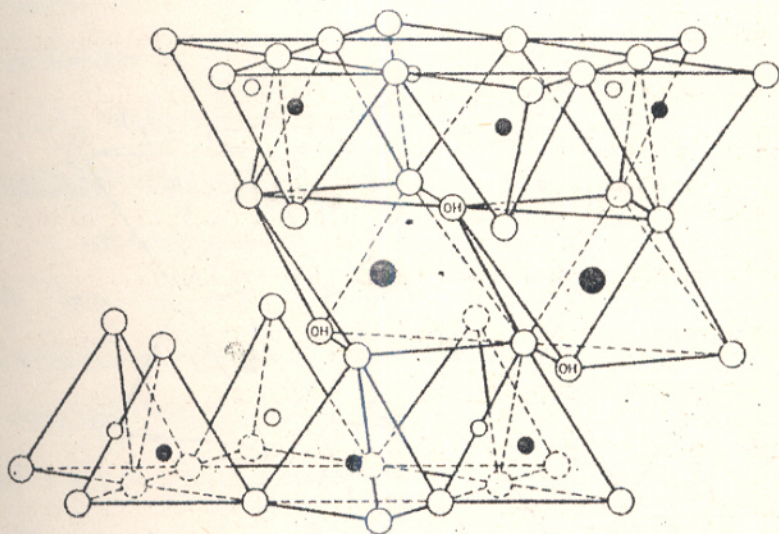
แต่ละชุดของชุด ๓ แผ่น ในข้อ ๑ ซึ่งยึดต่อเนื่องกันตามแนวตั้ง (แกน c) จะยึดกันอย่างหลวมๆ โดยมีน้ำเป็นตัวกลางเชื่อมระหว่างหน่วย (รูปที่ ๔) โดยเหตุนี้เอง จึงทำให้แกน c มีระยะไม่แน่นอน ระยะนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำที่เป็นตัวกลางอยู่ ถ้าน้ำมากแกน c ก็ขยายมาก ถ้าน้ำน้อยแกน c ขยายน้อย

๓. ระหว่างแต่ละหน่วยอาจมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นได้. และอาจมีธาตุแคลเซียม โซเดียม และโปแตสเซียมได้ จากการศึกษาของ NORRISH ได้พบว่าโซเดียมมอนต์มอริลโลไนต์ สามารถขยายตามแกน c ได้กว่า 40°A

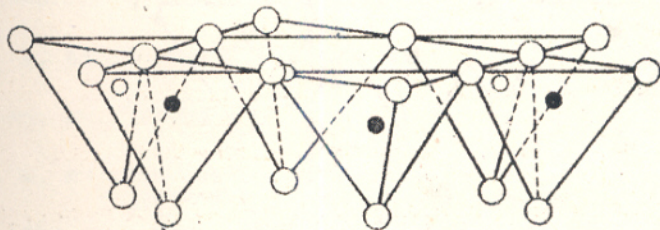
แคลเซียมมอนต์มอริลโลไนต์ ที่มีน้ำในอัตรา ๓ โมเลกุล ระยะแกน c จะมีค่าประมาณ 15.4°A และถ้ามีการเพิ่มน้ำหรืออื่น ๆ เข้าไปจะทำให้ระยะแกน c ขยายได้อย่างมากที่สุด 18°A เท่านั้น แร่กลุ่มสเมกโตต์มีสูตรทางเคมีโดยทั่วไปดังนี้คือ $(\text{OH})_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (BATES, 1969) แร่กลุ่มนี้ได้แก่ MONTMORILLONITE, BEIDELLITE, NONTRONITE, HECTORITE, SAPONITE, SAUCONITE และ STEVENSITE เป็นต้น จากการศึกษาแร่ดิน (CLAY) ในยุคพาลีโอโซอิก (PALAEOZOIC) ไม่พบว่ามีแร่กลุ่มสเมกโตต์อยู่เลย แต่จากหินชั้นในยุคเมโสโซอิก (MESOZOIC) จนถึงยุคใหม่พบว่ามีแร่สเมกโตต์และแร่ดินดูดซับ (ABSORBENT CLAY) บางชนิดอยู่ด้วย ซึ่งแร่ดังกล่าวนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก (BATES, 1969)

กลุ่มแร่ซิลไลต์ (ILLITE GROUP)

แร่ซิลไลต์นี้เป็นแร่ที่มีขนาดเล็ก และมีลักษณะคล้ายไมกา (MICA) โครงสร้างของแร่ซิลไลต์คล้ายรูปที่ ๔ แต่ละชุด ๓ แผ่น ประกอบด้วยแผ่นออกตะฮีดรัล (OCTAHEDRAL) ๑ แผ่นแทรกอยู่ในระหว่างแผ่นเตตระฮีดรัล (TETRAHEDRAL) ๒ แผ่น และอาจจะมียะอุมิเนียมเข้าไปแทนที่ซิลิกอนบางส่วนในแผ่นเตตระฮีดรัล (TETRAHEDRAL) ได้บ้าง อาจมีเหล็ก (Fe) และแมกนีเซียม (Mg) แทรกอยู่ในระหว่างรอยต่อของแต่ละชั้น และมีโปแตสเซียมโยงยึดอยู่ในช่องว่างระหว่าง ชุดสามแผ่นอย่างเหนียวแน่น โดยปรกติแล้วซิลไลต์จะไม่มีการขยายตัว ยกเว้นเมื่อเกิดการสูญเสียโปแตสเซียมไป จึงทำให้น้ำสามารถเข้าไปแทรกอยู่ในระหว่าง ชุดดังกล่าว ดังนั้น ซิลไลต์ที่สูญเสียโปแตสเซียมไปจึงสามารถขยายตัวได้ แร่ซิลไลต์มีสูตรเคมีโดยทั่วไปดังนี้คือ $(\text{OH})_4\text{K}_y(\text{Si}_{8-y}\cdot\text{Al}_y)(\text{Al}_4\text{Fe}_4\text{Mg}_4\text{Mg}_6)\text{O}_{20}$ y ในซิลไลต์มีค่าเท่ากับ ๑.๐ ถึง ๑.๕ และในมิสโคไวต์ (MUSCOVITE) มีค่าเท่ากับ ๒.๐ (BATES, 1969)

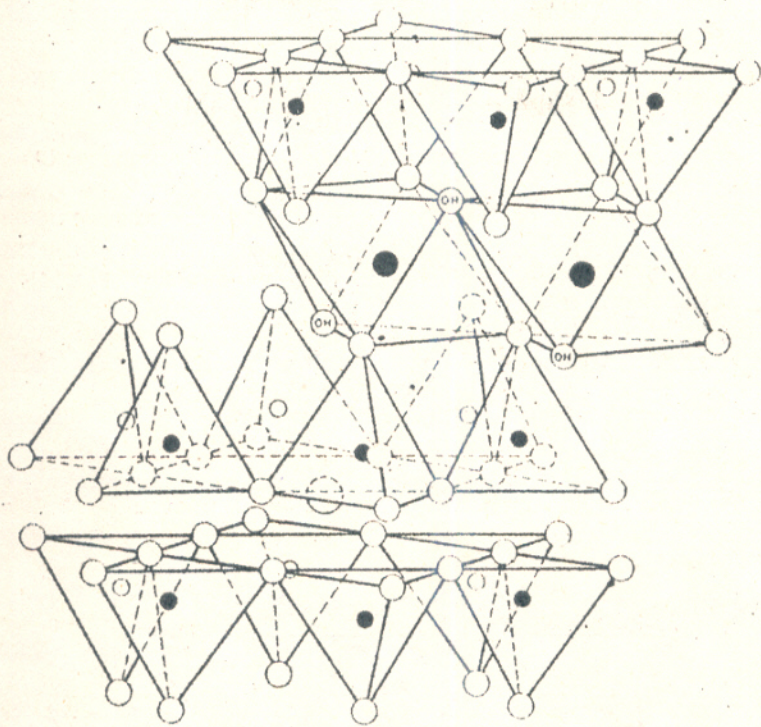


Exchangeable cations
 $n\text{H}_2\text{O}$



- Oxygens (OH) Hydroxyls ● Aluminum, iron, magnesium
- and ● Silicon, occasionally aluminum

207 α Diagrammatic sketch of the structure of smectite according to Hofmann, Endell, and Wilm,⁶⁰ Marshall,⁶¹ and Hendricks.⁶⁰ (in Grim, 1968)



○ Oxygens, (OH) Hydroxyls, ● Aluminum, ○ Potassium
 ○ and ● Silicons (one fourth replaced by aluminums)

Figure 4 Diagrammatic sketch of the structure of muscovite. (in Grim, 1968)

กลุ่มแร่คลอไรต์ (CHLORITE GROUP)

กลุ่มแร่คลอไรต์มีโครงสร้างโดยทั่วไปคล้ายอิลไลต์คือ ชุด ๓ แผ่น (THE THREE LAYER PACKETS) ประกอบด้วยแผ่นออกตะฮีดรัล ๑ แผ่น แทรกอยู่ระหว่างแผ่นเตตระฮีดรัล ๒ แผ่น และในระหว่าง ชุดสามแผ่น จะมีแผ่นบรูไซต์ (BRUCITE) โยงยึดอยู่ ดังรูปที่ ๖ บรูไซต์ มีสูตรทั่วไปดังนี้คือ $Mg(OH)_2$ แร่คลอไรต์มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้คือ $(Mg, Fe, Al)_6(Al, Si)_4O_{10}(OH)_8$ (CARROLL, 1970)

กลุ่มแร่เวอร์มิคูไลต์ (VERMICULITE GROUP)

แร่กลุ่มเวอร์มิคูไลต์มีลักษณะคล้ายไมกา (MICA) เมื่อเผาแล้วจะมีลักษณะคล้ายหนอนตัวเล็ก โครงสร้างของแร่เวอร์มิคูไลต์นี้ ชุด ๓ แผ่นประกอบด้วยแผ่นออกตะฮีดรัล ๑ แผ่นแทรกอยู่ระหว่างแผ่นเตตระฮีดรัล ๒ แผ่น และมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่ระหว่าง ชุด ๓ แผ่น ดังรูปที่ ๗ มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้ คือ $(OH)_4(Mg, Ca)_x(Si_{8-x}, Al_x)(Mg, Fe)_6O_{20} \cdot yH_2O$ (GRIM, 1968) x มีค่า = 1 ถึง 1.4 และ y มีค่า = 8 โดยประมาณ

กลุ่มแร่มิกซ์ เลเยอร์ เคลย์ มินเนอรัลส์ (MIXED LAYER CLAY MINERALS)

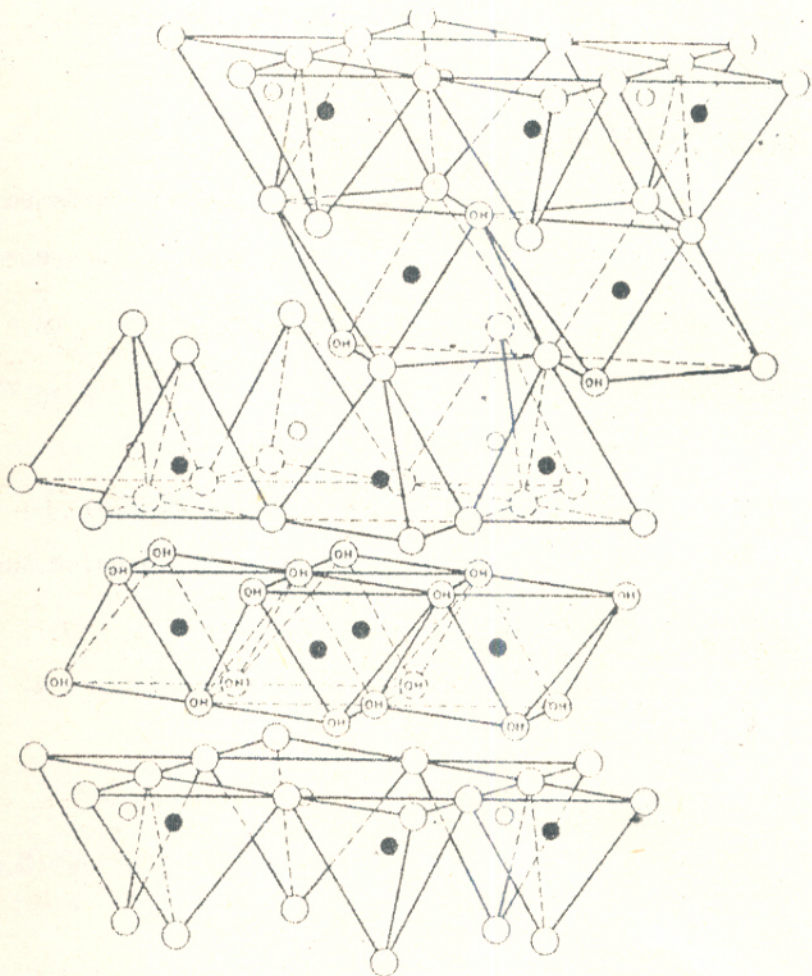
แร่กลุ่มนี้ประกอบด้วยแร่ดินชนิดต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นซ้อนสลับทับกันอยู่ ลักษณะการเรียง ซ้อน สลับ อาจเป็นไปได้ในลักษณะนี้ คือ

- ๑. อาจเรียงซ้อนสลับกันอย่างมีระเบียบ เช่น แผ่น ก. สลับกับแผ่น ข. เราก็จะได้ แผ่น กข. กข. กข. ไปเรื่อย ๆ
- ๒. อาจเรียงซ้อนสลับกันอย่างไม่มีการเรียง

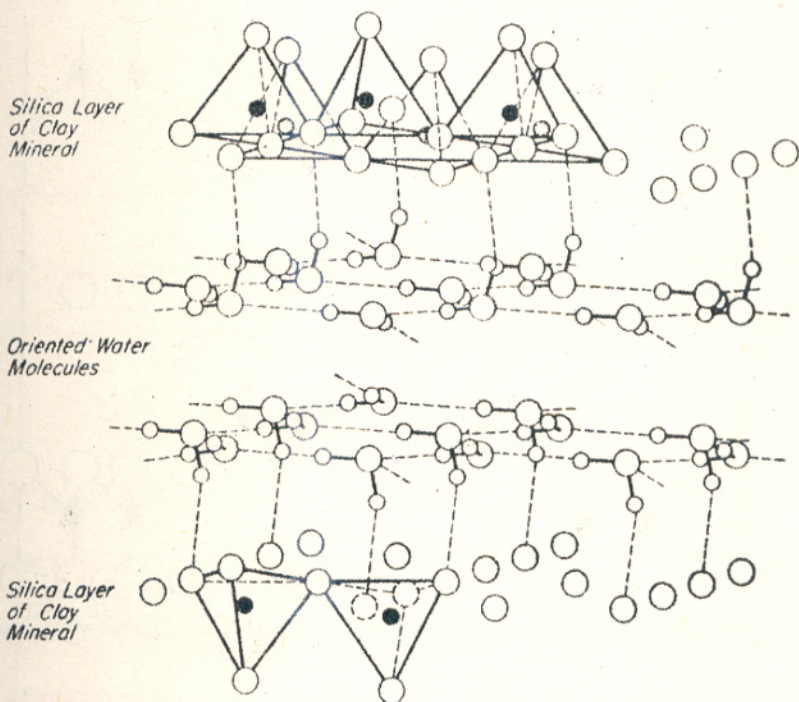
ตัวอย่างของมิกซ์ เลเยอร์เคลย์ ที่สำคัญได้แก่ คลอไรต์-เคโอลิไนต์ เป็นต้น

กลุ่มแร่แอตตอปูลไกต์ (ATTAPULGITE) และเซปิโอไลต์ (SEPIOLITE)

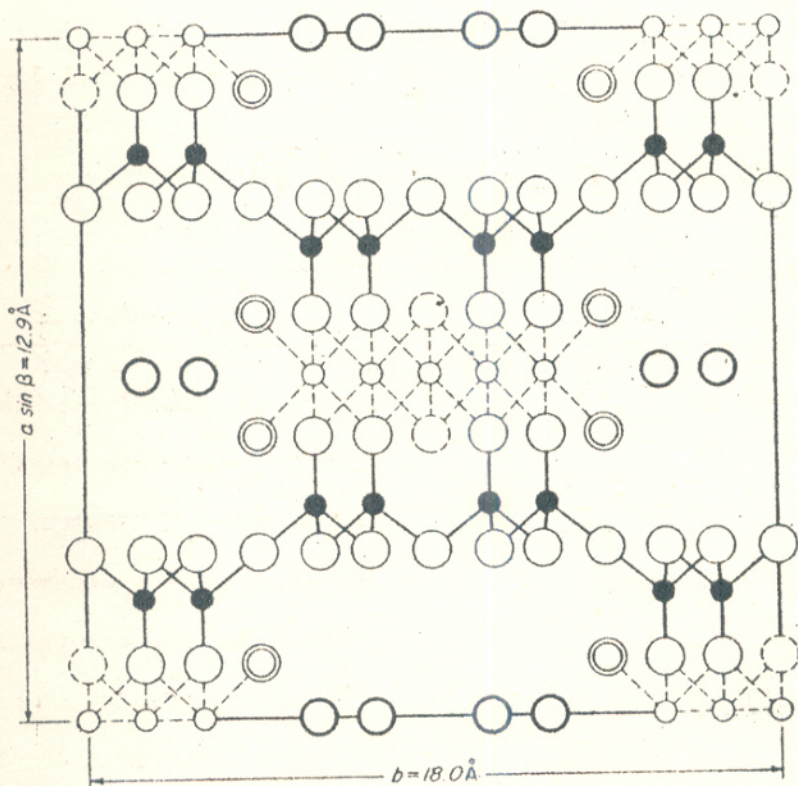
แร่กลุ่มนี้มีโครงสร้างจับตัวกันยาวเหมือนลูกโซ่(CHAIN SILICATES)ซึ่งคล้ายกันกับแอมฟิโบล (AMPHIBOLES) แอตตอปูลไกต์ มีสูตรเคมีโดยทั่วไปดังนี้ คือ $(OH_2)_4(OH)_2Mg_5Si_8O_{20} \cdot 4H_2O$ (GRIM, 1968) และมีโครงสร้างดังรูปที่ ๘ เซปิโอไลต์มีสูตรเคมีโดยทั่วไป ดังนี้ คือ $H_6Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_{10} \cdot 6H_2O$ แอตตอปูลไกต์นี้ยังรู้จักกันในนาม ปาลิกออร์ซไกต์ (PALYGORSKITE) ด้วย (CARROL, 1970), (PATTERSON & MURRAY, 1975)



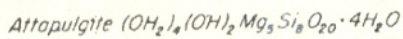
အုပ်စု ၆ Diagrammatic sketch of the structure of chlorite. (After McMurchy.¹²¹) (in Grim, 1968)



Diagrammatic sketch of the vermiculite structure, showing layers of water. (After Hendricks and Jefferson.) (in Grim, 1968)



- | | | |
|--------|----------|----------|
| H_2O | Hydroxyl | Mg or Al |
| OH_2 | Oxygen | Silicon |



उपरोक्त चित्र में attapulgite की संरचना का आरेखित प्रस्तुत किया गया है। (After Bradley, 1968) (in Grim, 1968)