

จดหมายเหตุ ราชบัณฑิตยสถาน

ห้องขจร

อ

080

ร419จ

ล.2

ตอน 1

๐
๐๘๐
๖๔๑๙

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

จดหมายเหตุ ราชบัณฑิตยสถาน

เล่ม ๒

ตอน ๑

๗๐๘๔๓

พ.ศ. ๒๔๗๙

153949

S 178974

สารบัญ

เรื่องรูปพระธรรมจักร	หน้า ๑
เรื่องพระสถูป	,, ๔
วิชาดาราศาสตร์	,, ๑๐
จุลินทรีย์ในน้ำนม	,, ๑๓
เงือก (ปลาไฟฟ้า)	,, ๒๐
แร่ประกอบกันขึ้นเป็นหิน	,, ๒๖
เรื่องประสมเครื่องดนตรีในวงปี่พาทย์ไทย	,, ๖๓



รูปพระธรรมจักรกับกวาง

ศิลาสูง ๒๒ ซม. กว้าง ๒๒ ซม.

เป็นของนับถือแทนพระพุทธรูปปางปฐมเทศนา

ก่อนมีประเพณีสร้างรูปเคารพในอินเดีย

สมัยช่วงคันธารราฐ (ราว พ.ศ. ๓๖๓-๓๘๔)

ของหลวงพระราชทาน เมื่อ พ.ศ. ๒๔๖๕

อยู่ในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

เรื่อง “รูปพระธรรมจักร”

หลวงบริบาลบุรีภัณฑ์
ภาคีสมาชิกแห่งราชบัณฑิตยสถาน
สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง
วิชาโบราณคดี
เรียบเรียง

รูปพระธรรมจักรชนัน ทำด้วยศิลา ขนาดสูง ๒๒ เซนติ กว้าง ๒๒ เซนติ
ฝีมือช่างคนธรรราชู เป็นของหลวงพระราชทาน แก่พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ เมื่อ
วันที่ ๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๔๖๔ มีภาพ คือ

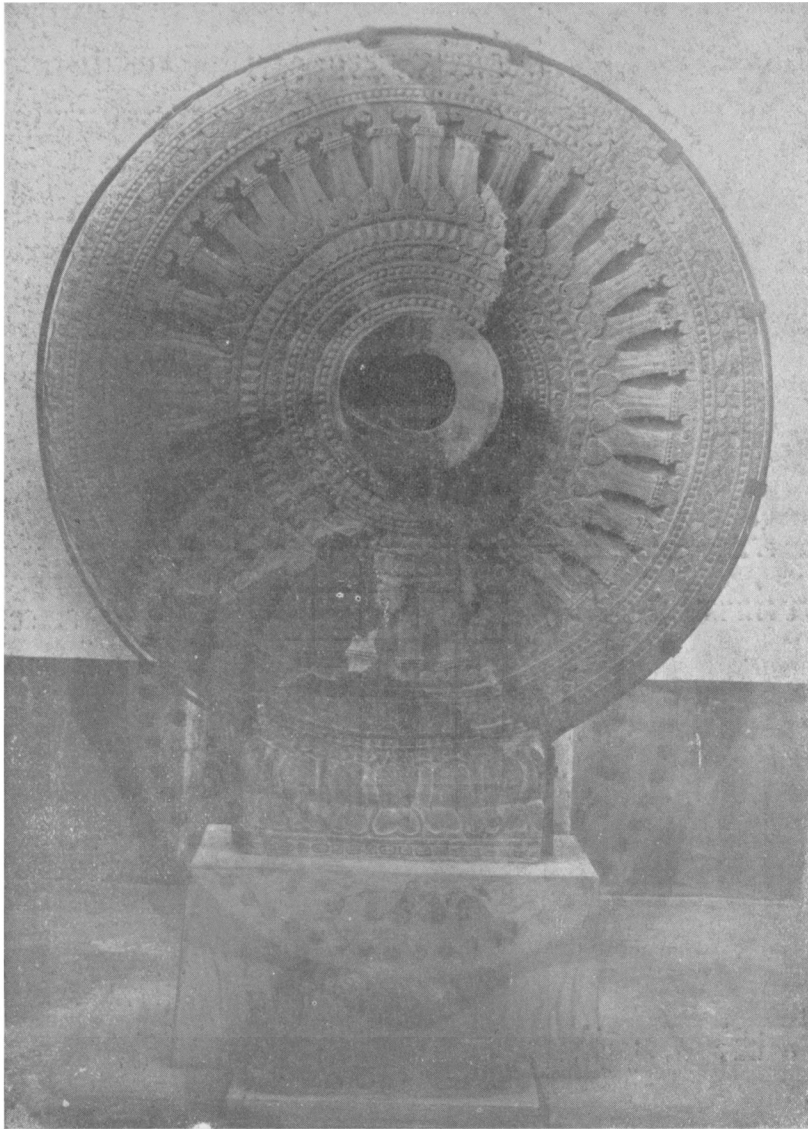
๑. ธรรมจักร หรือ วงล้อ
๒. พระชาน (เข้า) สมมติเป็นองค์พระพุทธรเจ้า
- ๓.ฐานหรือพุทธบัลลังก์
๔. รูปกวางหมอบ
๕. ต้นศรีมหาโพธิ์
๖. พระขรรค์ชัย คือ ขรรพชิตทั้ง ๕ ชื่อโกณฑัญญ์ ๑ วชิร ๑ ภัททิย ๑

มหานาม ๑ และ อัสสสี ๑

๗. เทวคา ๒ องค์

มูลเหตุแห่งการสร้างพระธรรมจักร ในประเทศอินเดียซึ่งเป็นยอเกิดแห่งพระพุทธ
ศาสนา มีประเพณีถือกันมาแต่ก่อนพุทธกาลจนถึงพระพุทธศาสนาล่วงได้ ๓๐๐ ปีเศษ
อย่าง ๑ คือถือว่าไม่ควรสร้างรูปเคารพ เพราะฉะนั้น การก่อสร้างวัตถุสถานมีลวด

ภายใต้งานพระพุทธรูปประวัติ ถ้าแห่งใดจะต้องทำเป็นรูปพระพุทธรูปเจ้า ก็คิดทำเครื่องหมาย
 ขึ้นแทนพอให้รู้กัน เป็นคนว่า ตอนพระโพธิสัตว์ประสูติก็ทำเป็นรูปพระพุทธรูปมารดาขึ้น
 ถอดกงไม้ ไม่มีรูปพระโพธิสัตว์ (ที่มีรูปพระโพธิสัตว์เป็นของชนหลงเมอมคตทำพระ
 พุทธรูปเกิดขึ้นแล้ว) ตอนตรัสรู้ทำเป็นพุทธรูปปางปล้ำ มีรูปคันโพงประกอบ และ
 ตอนประทานปฐมเทศนาทำฐานคอกพุทธรูปปางมกปิณฑะ และรูปพระปัญจวัคคีย์กับวง
 ประกอบ เช่นรูปธรรมจักรชนัน ถึงสมัยเมื่อพระเจ้าอโศกมหาราช (พระเจ้าศรีธรรมมา
 โศกราชที่เรียก) กษัตริย์ผู้ครองแคว้นมคธราช อันมีกรุงปาตลีบุตรเป็นราชธานีราว
 พ.ศ. ๒๗๔-๓๑๑ ทรงเป็นเอกอัครราชูปถัมภกแห่งพระพุทธศาสนา คิดที่ถือว่าไม่
 ควรทำรูปเคารพยงถึอธิปไตยของกันอยู่ บรรดาวัตถุสถานทั้งหลายที่พระองค์ทรงสร้างเป็น
 พุทธเจดีย์เทวาทย์มณฑลอย่างอยู่ก็ใช้ในการสร้างเครื่องหมายแทนรูปพระพุทธรูปทางสัน คือ
 จากสมัยของพระเจ้าอโศกมหาราชมาอีกประมาณ ๑๐๐ ปี จึงเกิดธรรมเนียมการสร้าง
 พระพุทธรูปกันขึ้นในชุมชนมนุษย์ ถัดพระพุทธศาสนาในอินเดียประเทศ เหตุที่ให้เกิดการสร้าง
 พระพุทธรูปเป็นอุทิศเทสถูปเจดีย์กันขึ้น ก็คือ เมื่อราว พ.ศ. ๒๑๖ พระเจ้าอเล็กซานเดอร์
 มหาราชกษัตริย์กรีก ได้ยกกองทัพเข้ามารุกรานประเทศอินเดีย ได้ยึดดินแดนภาคพายัพของ
 อินเดียไว้ในอำนาจแล้วเสด็จกลับไปทิวทิศในประเทศบาบิโลเนีย อาณาเขตซึ่งพระองค์
 ได้ยึดไว้ในอินเดียก็แตกแยกกันเป็นหลายรัฐ โดยพวกแม่ทัพนายกองของพระเจ้าอเล็ก
 ซานเดอร์ได้ตั้งตัวเป็นเจ้าครองรัฐนั้น ๆ มีแคว้นแคว้นคันธารราชเป็นต้น การที่พระเจ้า
 อเล็กซานเดอร์มหาราชยกมารุกรานอินเดียนั้น ไม่ได้นำมาแต่ทหาร ได้นำนักปราชญ์
 และนักศิลปะผู้สามารถมาด้วย แม่เมื่อพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราชเสด็จออกไปจาก
 อินเดียแล้ว พวกนักปราชญ์และนักศิลปะของกรีกก็ยังคงตั้งถิ่นฐานอยู่ในอินเดียเป็นจำนวน
 มาก พวกกรีกนั้นชาวอินเดียเรียกนามอีกอย่าง ๑ ว่า ชาวโยนก ชาวโยนกเมื่อ
 เข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่แล้ว ก็ได้มีเชื้อสายสมพงศ์กับชาวอินเดียสืบมา ครั้นพระเจ้า
 อโศกทรงประกาศพระพุทธศาสนาเผยแผ่เข้าไปในแคว้นแคว้นที่ตนอยู่ ก็ได้ยอมรับนับถือ
 พระพุทธศาสนา แต่ชาวโยนกเป็นฝรั่งชาติกรีกดังกล่าวนั้น เคยมีลัทธิศาสนาของ



รูปพระธรรมจักรกับกวาง

ศิลาสูง ๒๗๑ ซม. กว้าง ๑๕๓ ซม.

สมัยทวารวดี (พ.ศ. ๑๐๐๐-๑๒๐๐)

แต่ทำตามคติก่อนมีพระพุทธรูปในประเทศอินเดีย

ขุดได้ที่ในขานพระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม

บรรพบุรุษซึ่งนิยมทำรูปเคารพขึ้นไว้บูชาแทนพระเป็นเจ้า เมื่อเขารับตนบวชพระพุทธศาสนา
ก็คิดคิดแปลงทำพระพุทธรูปขึ้นบูชาตามประเพณีของตน มีปรากฏในตำนานว่าคิดทำพระ
พุทธรูปขึ้นในรัชสมัยของพระเจ้าเมื่อนันเทธรหรือมลิந்த แห่งเมืองกาบลิในแคว้นคันธารราช
ราว พ.ศ. ๓๖๓—๓๘๔ เพราะฉะนั้นจึงเป็นที่เชื่อกันว่าพระพุทธรูปได้เกิดขึ้นใน
คันธารราชก่อนแห่งอื่น แต่เรื่องเกิดการสร้างพระพุทธรูปนิยมแพร่หลายมาจนทุกวันนี้
เรได้กล่าวในโอกาสอื่นต่อไป โดยจะเพาะรูปพระธรรมจักรขึ้นเป็นลัทธิของคันธารราช
ทำตามคติก่อนมีพระพุทธรูป

ความหมายของรูปพระธรรมจักร

คือเมื่อสมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้าตรัสรู้พระโพธิญาณแล้วพระองค์ได้ทรงแสดงพระ
ธรรมเทศนาโปรดพระปัญจวัคคีย์ (คือบรรพชิตทั้ง ๕ ชื่อ โกณฑัญญ ๑ วิปป ๑
ภัททิย ๑ มหานาม ๑ และ อัสสชิ ๑) เป็นครั้งแรก ในวันขึ้น ๑๕ ค่ำ
เดือน ๘ ก่อนพุทธศก ๔๕ ปีณป่าอิสิปตนมฤคทายวัน แขวงเมืองพาราณสี (ซึ่งบัดนี้
เรียกว่าสารนาถ) ในประเทศอินเดีย พระปฐมเทศนาครั้งนั้นได้นำมาว่าพระธรรมจักกัปป
วัตถนสูตร เพราะได้ประกาศให้โลกรู้ว่ามีพระพุทธเจ้าเกิดขึ้นแล้วโดยรวดเร็วประหนึ่ง
ลัทธิ

เครื่องหมายแสดงพระพุทธประวัติตอนนั้น จึงทำเป็นรูปพระธรรมจักร อันหมายถึง
พระปฐมเทศนาเป็นสำคัญประกอบประกอบกว้างหมอบ หมายถึงป่าอิสิปตนมฤคทายวัน
ที่ได้ทรงแสดงธรรม และปัญจวัคคีย์ผู้รับเทศนาครั้งแรก บัลลังก์และคันโพหมายถึง
สถานที่ ๆ ได้ตรัสรู้

เรื่อง “พระสถูป”

หลวงบริบาลปริกษา

ภาคีสมาชิกแห่งราชบัณฑิตยสถาน

สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง

วิชาโบราณคดี

เรียบเรียง

สถูปเป็นถาวรวัตถุอย่างหนึ่ง ซึ่งสร้างขึ้นบนที่บรรจุอัฐิธาตุของผู้ที่ล่วงลับไปแล้วไว้เพื่อสักการบูชา เป็นประเพณีนิยมของอารยชนกระทำกันมาแต่ก่อนพุทธกาล ว่าโดยฝ่ายลัทธิพทธศาสนา มลเหตุแห่งการสร้างสถูปมีกล่าวเป็นหลักฐานในหนังสือเก่า เช่นมหาปรินิพพานสูตร และมีล้นทัญญาตังน

เมื่อสมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้าประสูติใกล้จะเสด็จเข้าสู่พระนิพพานทรงรงในแขวงเมืองกุสินารา พระอานนทเถระเจ้าได้ทูลถามถึงการที่พระพุทธรูปจะพึงปฏิบัติต่อพระพุทธรูปอื่นใด มีพระพุทธรูปกาตรสว่าให้พระภิกษุทั้งหลายมุงหมายคืบทุกขตบิกลีสอนเป็นประโยชน์แห่งตนเถิก อย่าเป็นกัณธด้วยการบูชาต่อพระสรีระของพระตถาคตเลย พวกภิกษุและภรรวาสทั้งหลายเขาคงทำฉาปนกิจแล้ว สร้างสถูปบรรจุสรีระธาตุของ พระตถาคตเหมือนอย่างของพระเจ้าจักรพรรดิแต่ก่อนมา และทรงแสดงอุปารหบุคคลทั้ง ๔ มีพระตถาคตอรหันตสัมมาสัมพุทธเจ้า ๑ พระปัจเจกพุทธเจ้า ๑ พระสาวกอรหันต์เจ้า ๑ พระเจ้าจักรพรรดิ ๑ กล่าวคือ บุคคลทั้ง ๔ เหล่านี้เป็นอุปารห ควรแก่การสร้างสถูปบรรจุอัฐิธาตุไว้เป็นสักการบูชาด้วยความเลื่อมใส ครั้นพระพุทธรูปเสด็จดับขันธปรินิพพาน เหล่ามัลลภิกษุซึ่งครองเมืองกุสินาราก็กช่วยกันถวายพระเพลิงพระพุทธรูป



รูปสถูปอินเดีย

ศิศาสง ๕๓ ซม. วัดโคขร ๘๕.๕ ซม.

ฝีมือช่างอินเดีย ครึ่งราชวงศ์คุปตะ

(ราว พ.ศ. ๘๖๐-๑๑๕๐)

ได้มาจากประเทศอินเดียเมื่อในรัชกาลที่ ๕

แล้วก็สร้างพระสถูปประดิษฐานพระบรมธาตุไว้ ณ เมืองกุสินารา แต่ครั้งนั้นเมื่อข่าวพระพุทธรูปเสด็จเข้าสู่ปรีนิพพานและถวายพระเพลิงพระพุทธรูป ณ เมืองกุสินาราทราบแพร่หลายไปถึงเมืองอื่น เจ้าเมืองทั้งหลายได้เฝ้าในพระพุทธรูปเจ้าหลายเมืองด้วยกัน ต่างให้ไปรับพระบรมธาตุ เพื่อจะเชิญไปประดิษฐานไว้ใหม่หาชนบูชาเมืองของตน ก็มิพวมลลภกษัตริย์เมืองกุสินาราไม่ยอมให้ ข้างเจ้าเมืองอื่นก็จะเอาให้ได้ ก็เลยจะเกิดรบกันขึ้น หากแต่โทณพราหมณ์ว่ากล่าวไกล่เกลี่ย จึงตกลงแบ่งพระบรมธาตุออกเป็น ๘ ส่วน แล้วแจกไปในที่ต่าง ๆ คือ

๑. พระเจ้าอชาศัตถ์ ใต้ไปยังเมืองราชคฤห์มหานครอันเป็นราชธานีของมคธราชรัฐ ในสมัยนั้น (เคยวันเรียกว่าแขวงราชเคีย) ส่วน ๑

๒. กษัตริย์สักยราช พระญาติวงศ์ของพระพุทธรูป ใต้ไปยังเมืองกบิลพัสดุ์ (เคยวันเรียกว่าแขวงภคิละ อยู่ในเนปาลราชรัฐ) ส่วน ๑

(พระบรมธาตุส่วนนี้เมื่อในรัชกาลที่ ๕ ได้รับมายังประเทศสยาม และบรรจุประดิษฐานไว้ในพระสถูปบรมบรรพตวัดสระเกศ)

๓. กษัตริย์ลิจฉวี ใต้ไปยังเมืองเวสาลี (เคยวันเรียกว่าแขวงเพสาร์ห์) ส่วน ๑

๔. กษัตริย์ถุติยะ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า บลิ ใต้ไปยังเมืองอัลกัปปี ส่วน ๑

๕. มหาพราหมณ์ผู้ครองเมือง ใต้ไปยังเมืองเวฐฐัฏปะ ส่วน ๑

๖. กษัตริย์โกติยะ ใต้ไปยังเมืองรามคาม (เคยวันอยู่ในเขตต์เนปาลราชรัฐ) ส่วน ๑

๗. มลลภกษัตริย์เมืองปาวา ใต้ไปยังเมืองปาวา (เคยวันเรียกว่าแขวงปะทะโธนะ) ส่วน ๑

๘. มลลภกษัตริย์เมืองกุสินารา ใต้ไปยังเมืองกุสินารา (เคยวันเรียกว่าแขวงกาเสีย) ส่วน ๑

พระบรมราชาที่แรกไปครั้งนั้น ต่างเมืองต่างก็สร้างพระสถูปเป็นที่ประดิษฐานไว้ จึง
เกิดเป็นถูปารามเนื่องในพระพุทธศาสนา ๘ แห่ง และสถูปทั้ง ๘ นั้นเป็นปฐมธาตุ
สถูปแห่งพระพุทธศาสนา

การสร้างสถูปเป็นที่บรรจุอัฐิธาตุอย่างนี้ ถ้าว่าตามโบราณวัตถุที่ตรวจพบในประเทศ
อินเดียที่สร้างขึ้นสำหรับบรรจุอัฐิธาตุของบุคคลอื่น ๆ ก็มี เช่นอัฐิของศาสตราจารย์
แห่งไฮนสาคานาเป็นต้น แต่ทางพุทธศาสนานอกจากบรรจุอัฐิธาตุของบุคคลพิเศษ ๔
จำพวก อันเป็นถูปารามทั้งกล่าวมาข้างต้นนั้นแล้ว ไม่ถือว่าเป็นธาตุสถูป เป็นแต่
เพียงเจดีย์สถานหรืออนุสาวรีย์เท่านั้น แต่เพื่อรักษาคัน ในชั้นหลังต่อมา การ
สร้างถาวรวัตถุบรรจุอัฐิของผู้เป็นใหญ่ เช่นพระเจ้าแผ่นดิน มักจะอัญเชิญพระบรม
สารีริกธาตุเข้าประดิษฐานนำเสียก่อน โดยประสงค์จะให้เป็นที่ธาตุสถูป แล้วจึงบรรจุ
อัฐิธาตุของบุคคลนั้นต่อไป เว้นการค้นคว้าทางโบราณคดีของประเทศสยามได้พบหลัก
ฐานเป็นสำคัญ คือในวัดพระศรีสรรเพชญ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีพระเจดีย์ขนาดใหญ่
ใหญ่ ๓ องค์เรียงกัน นับจากวิหารวัดพระศรีสรรเพชญ์ไป สององค์แรกสร้างใน
รัชกาลสมเด็จพระรามาธิบดีที่ ๒ (พ.ศ. ๒๐๓๔-๒๐๗๒) เจดีย์องค์ที่บรรจุพระ
อัฐิสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ องค์ที่สองบรรจุพระอัฐิสมเด็จพระบรมราชาธิราชที่ ๒
และองค์ที่สามคงจะสร้างในรัชกาลหลังต่อมาเป็นที่บรรจุพระอัฐิสมเด็จพระรามาธิบดีที่ ๒
เอง พระเจดีย์ใหญ่ในวัดพระศรีสรรเพชญ์ เมื่อปี พ.ศ. ๒๔๗๕ เกิดมีผู้ร้ายลอบ
ลักขโมยองค์ที่สองเขาทรพญ์หลุดไปได้ ราชบัณฑิตยสภา (ต่อมาเปลี่ยนเป็นกรมศิลปากร)
เกรงว่าสิ่งอันจะเป็นเครื่องพิสูจน์ประวัติศาสตร์ของชาติจะสูญหายเสียหมด จึงได้ทำการ
ขุดตรวจพระเจดีย์องค์นั้น (องค์ทิศตะวันออก) ได้พบโบราณวัตถุในเจดีย์นั้นหลายอย่าง
แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ในกระบวนโบราณวัตถุนั้น ได้พบ
พระบรมสารีริกธาตุบรรจุอยู่ในพระสถูปแก้วผลึกมีพระสถูปทองคำ เงิน และสัมฤทธิ์ครอบ
สวมเป็นลำดับอยู่ด้วย (พระพุทธสารีริกธาตุและ พระสถูปเหล่านี้ จด ทง แสง อยู่ ใน หัง

พระสถูป ๗ เช่น บรรพพระบรมสารีริกธาตุ ขุดได้ในพระสถูปใหญ่องค์ที่ ๑
ทางทิศตะวันออกในวัดพระศรีสรรเพชญ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

๑. องค์สถูปแก้วผลึก ซึ่งบรรจุพระบรมสารีริกธาตุ

๒. องค์สถูปทองคำ

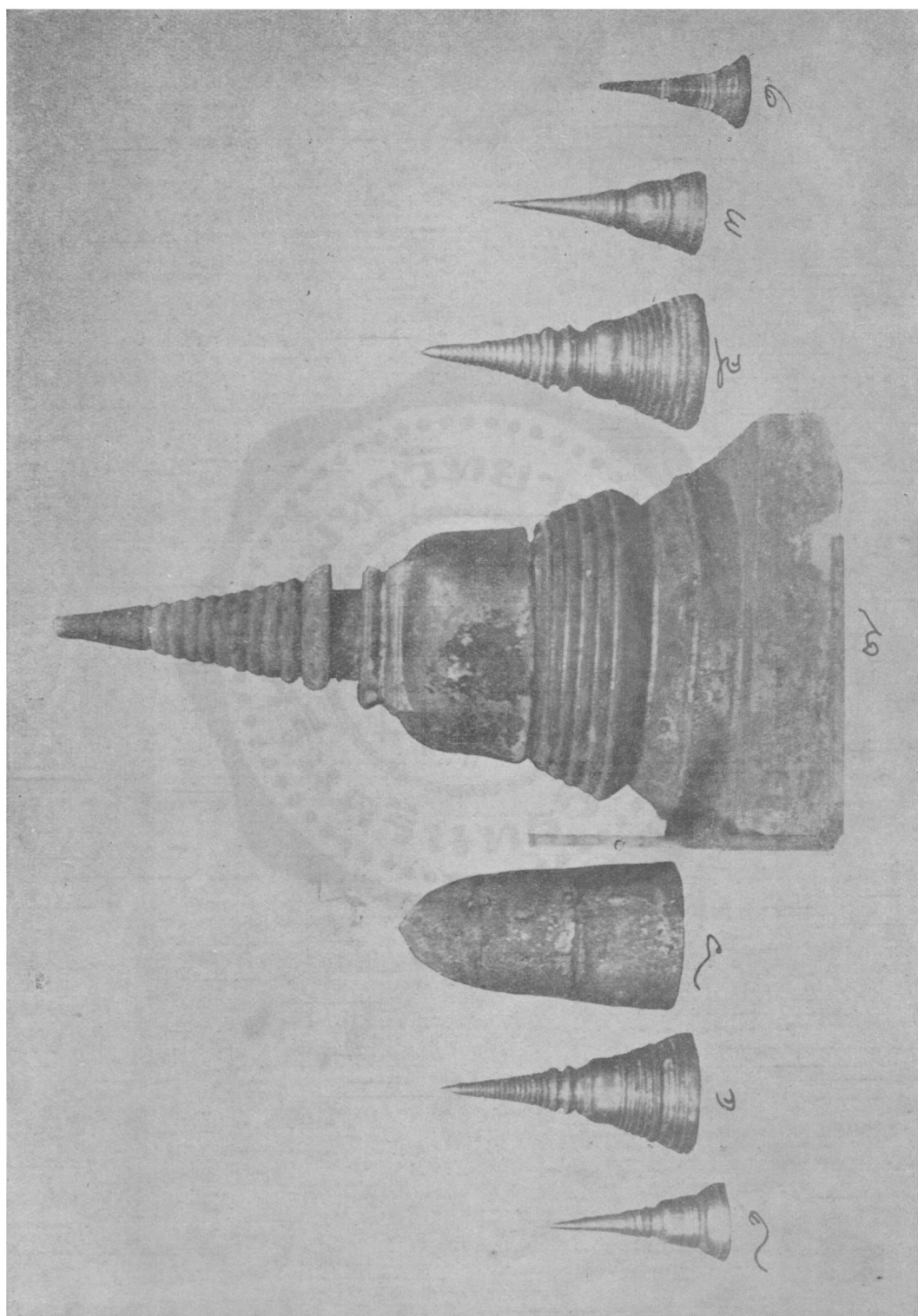
๓. องค์สถูปเงิน

๔.—๕. องค์สถูปสัมฤทธิ์

๖. เบ้าเหล็ก สำหรับรักษากษัตริย์

๗. องค์สถูปศิลา ชั้นนอก

ทั้ง ๗ ชั้น สวมกันเป็นองค์เดียว คือองค์แก้วผลึกอยู่ในองค์ทองคำ อยู่ใน
องค์เงิน อยู่ในองค์สัมฤทธิ์ ฯลฯ เล็กอยู่ในองค์สัมฤทธิ์ใหญ่ อยู่ในเบ้าเหล็ก อยู่ในองค์
ศิลาฯ บรรจุอยู่ในพระสถูปใหญ่



มหารวมภณศาแห่งพิพิภณศาสถาน ๑ แล้ว) จึงได้หลักฐานรับรองคติข้อที่อนุญาตให้พระ
บรมธาตุประดิษฐานไว้ เพื่อเป็นธาตุสถูปตามทักกล่าวนั้น

อนึ่ง อาศัยพระพุทธรูปบรรพต ซึ่งทรงแสดงแก่เหล่าพระสาวกเมื่อก่อนเสด็จเข้าสู่
ปรินิพพานว่า พระธรรมจะแทนพระองค์ต่อไปดังนี้ สันนิษฐานว่าเมื่อล่วงพทธกาลมาแล้ว
ผู้ใดเลื่อมใสในพระพุทธรูปสาสนาของพวกอยู่ห่างไกลธาตุเจดีย์ และบริโภคเจดีย์ที่มีอยู่ในกรุง
นั้น จะไปทำสักการบูชาได้ก็ยาก อยากจะมีเจดีย์สถานเป็นที่ยศบ้าง จึงมีผู้
พระบรมพุทธรูปนิยมนำให้เขียนพระธรรมลงเป็นตัวอักษรประดิษฐานไว้เช่นที่บูชา โดย
อาศัยอย่างพระพุทธรูปบรรพตซึ่งตรัสว่าพระธรรมจะแทนพระองค์นั้น จึงเกิดมีประเพณีสร้าง
สถูปแล้วจารึกพระธรรมขึ้นอีกอย่างหนึ่ง มักเลือกเอาข้อพระธรรมที่เป็นหัวใจในพระพุท
ธสาสนา เช่นคาถาแสดงพระอริยสัจว่า

“เย ชมมา เหตุปฏภา เทสํ เหตุํ ตถาคโต (อาห) เตสญ โย นิโรโธ
เอว วาที มหาสมโณ” นี้เป็นต้นมาจารึก

สถูปซึ่งสร้างขึ้นโดยอาการอย่างนี้ จัดเป็นธรรมสถูปหรือธรรมเจดีย์ก็เรียก มีตัว
อักษรอยู่ในพิพิภณศาสถานแห่งชาติ ๒ ชิ้นคือพระสถูปศิลาทรงบาตรคว่ำ สมัยทวารวดี ๑
และพระสถูปหินเผา สมัยทวารวดี ๑

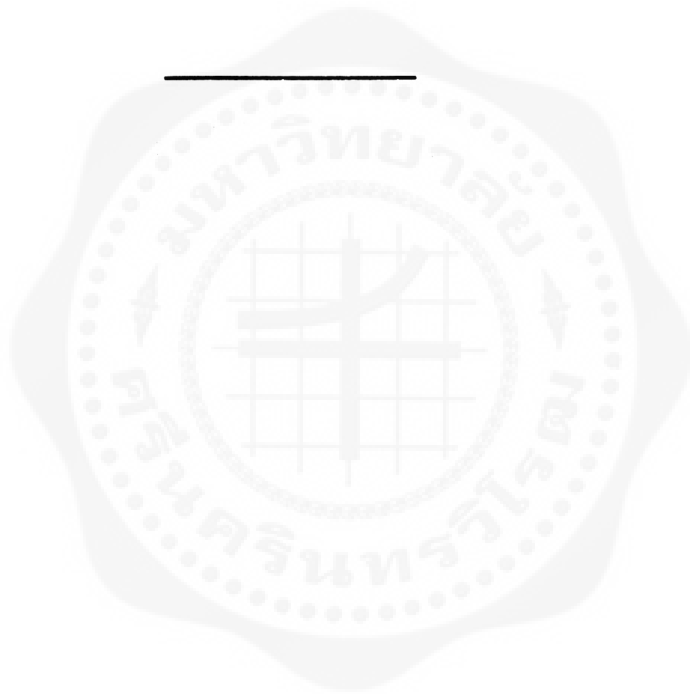
ลักษณะสถูป สถูปที่สร้างตั้งแต่โบราณมาจนตลอดกาลสืบกัน พิเคราะห์ที่ลักษณะ
เห็นว่าชนเดิมที่เคยจะเขียนแต่พื้นดินขึ้นเป็นโคกตรงที่ฝังอัฐิธาตุแล้วลงเขื่อนไม้รอบกันดิน
พัง และบนโคกนั้นทำนองจะปักร่มหรือฉัตรให้เป็นเกียรติยศ ขนาดจะทำได้ใหญ่เล็กและ
ฝีมือประณีตงดงาม หรือจะทำแต่พอใช้ได้ก็สุดแต่กำลังของผู้สร้าง ต่อมาถึงสมัยพระ
เจ้าโคกมหाराช ได้ขึ้นเสวยราชย์ครองแคว้นมคธราชบุรีกรุงปัทมปุตรเป็นมหานครหลวง
ราว พ.ศ. ๒๗๔-๓๑๑ ทรงบำรุงพระพุทธรูปสาสนาให้แผ่แพร่ไพศาลมีพุทธมามกะมาก
ยิ่งขึ้น ต่างจะไปบูชาสังเวชนียสถานอันเป็นบริโภคเจดีย์ทั้ง ๔ แห่งไม่ใคร่ทั่วถึงกัน และ
ในเวลานั้นปฐมสถูปธาตุเจดีย์ทั้ง ๘ ก็ชำรุดทรุดโทรมสูญหายไปเสียหลายแห่ง ทรงคิด

จะให้พุทธบริษัทได้สักการบูชาพระธาตุทั่วถึงกัน จึงได้ให้รวบรวมพระบรมสารีริกธาตุขึ้น
แบ่งใหม่ บรรจุไว้ในสถูปเจดีย์ที่สร้างในที่ต่าง ๆ ว่าง ประทานไปยังบ้านเมืองซึ่งมี
กำลังพอจะสร้างสถูปขึ้นใหม่ได้บ้าง ในหนังสือปฐมสมโพธิว่า พระเจ้าโคกโคททรง
สร้างพระสถูปขึ้นในครั้งนั้น มีจำนวนถึงแปดหมื่นสี่พันองค์ การสร้างสถูปเจดีย์ก็แพร่
หลายแต่กาลนั้นมา เป็นต้นเหตุที่เกิดแบบอย่างฝีมือช่างก่อสร้าง ซึ่งปรากฏอยู่จนทุกวันนี้
เพราะการก่อสร้างขึ้นก่อนสมัยพระเจ้าโคกนิมทำกันแต่ด้วยเครื่องมือ มาใช้ศิลาจำหลัก
ลวดลายประกอบการก่อสร้าง เมื่อครั้งพระเจ้าโคกเป็นปฐม รูปสถูปฐานสถูปเมื่อครั้ง
พระเจ้าโคกมักทำตัวสถูปกลม ทรงเหมือนโอหรือขันน้ำคว่ำ ข้างบนทำเป็นพทธอาสน์
สี่เหลี่ยมตั้งไว้มีฉัตรขยันทนเป็นยอด ฐานพระสถูปทำเป็นสี่เหลี่ยม รอบฐานทำเป็น
ที่เดินประทักษิณ มีรั้วล้อมรอบข้างภายนอกเหมือนอย่างเครื่องไม้ เพราะชนเดิมเขา
ทำกันไว้ด้วยเครื่องมือ ที่รวบรวมและฐานพระสถูปมักจำหลักลวดลาย เป็นเรื่องชาดก
บ้างเรื่องพุทธประวัติบ้าง

ภายหลังต่อมาพระพุทธศาสนาเผยแพร่ออกไปสู่นานาประเทศภายนอกอินเดีย และวัฒนธรรม
ของมนุษยชาติเจริญขึ้นเป็นลำดับ สถูปที่สร้างขึ้นรูปทรงสถูปฐานก็เปลี่ยนแปลงไป
สุดแต่ศิลปการช่างจะได้ทำวิจิตรพิสดารเพียงไร

สถูปก่อด้วยทรายหรือพระเจดีย์ทราย เมื่อใดกล่าวถึงสถูปอันเป็นธาตุเจดีย์และ
ธรรมเจดีย์มาแล้ว จะเลยกล่าวถึงการก่อพระเจดีย์ทรายขึ้นเป็นกิจประเพณีนิยมของพุทธ
ศาสนิกชนชาวสยามกระทำกันตามวัดในเทศกาลตรุษสงกรานต์ และฤดูอื่นบ้าง เช่น
อย่างทกวันด้วย มูลเหตุแห่งการก่อพระเจดีย์ทรายเป็นมาอย่างไร ขอนำปรากฏใน
หนังสือประชุมพระราชาพจนานุกรมว่า พระเถรานุเถระได้ถวายวิสัชนาพระราชาพจน
ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวความว่า การก่อพระเจดีย์ทรายไม่พบที่มาใน
พระบาลีแห่งใดกล่าวถึงพระพุทธรูปเจ้าทรงอนุญาต หรือควรสละนให้ก่อทรายโดยอาการที่
ก่อกันทุกวันนี้ แต่มีมาในธรรมปิณฑัตถราชชาดก ซึ่งเป็นของแต่งในแคว้นลานนาไทย

สันนิษฐานว่าเป็นสิ่งที่มีขึ้นภายหลังแต่พระพุทธเจ้าปรินิพพานแล้ว และมีในประเทศลานนา
 ก่อน ๕๐๐ ปี ผู้ค้นพบผู้ใดจะเห็นว่า สลอปเป็นของที่มีพระพุทธเจ้าอนุญาตให้ก่อสร้าง เมื่อ
 ก่อถวายให้เป็นจอมเป็นรูปสลอป แล้วเก็บเอาใบโพเป็นต้นมาบรรจุไว้ภายในอุททิศต่อพระ
 พุทธเจ้า ก็คือชื่อว่าเขนบริโกคเจติย และอุทเทสิคเจติย แล้วเกลี่ยถวายให้ภิกษุสถาน
 นั้น ๆ ใหร่าบริณ ซึ่งเส้นทางให้เกิดผลานิสงส์ในพุทธศาสนา ดังนี้



วิชาดาราศาสตร์

โดย

น.ท. หลวงชลธารพฤทัยไกร ร.น.

ภาคีสมาชิกแห่งราชบัณฑิตยสถาน สำนักวิทยาศาสตร์ ประเพณีวิชาการศาสตร์

(ต่อเล่ม ๑ ตอน ๑ พ.ศ. ๒๔๓๘)

๔. ทวาศาสตรชนทน ลำหรวปราชชนพลเมืองทควรจะเรียนนฏ

ในข้อนี้ ข้าพเจ้าหมายความว่า ทาราคาสตร์ชั้นต้นที่อาจะสอนให้บุตรและลูกศิษย์
เข้าใจได้ และอยู่ในหลักสูตรชั้นใดชั้นหนึ่งของโรงเรียนมัธยมเช่นมัธยมตอนปลาย การ
เรียนก็คือสิ่งที่แลเห็นได้ง่าย ๆ ตามธรรมชาติประจำวันนี่เอง :—

๑. ดวงอาทิตย์ เป็นอย่างไร มีลักษณะอาการอย่างไร
๒. โลก ,, ,, ,, ,,
๓. ดวงจันทร์ ,, ,, ,, ,,
๔. ความสัมพันธ์ในระหว่างดวงอาทิตย์, โลก และดวงจันทร์
 - ก. วัน, เดือน, ปี, ฤดูแล้ง เกิดขึ้นอย่างไร, เป็นอย่างไร
 - ข. ข้างขึ้นข้างแรม เกิดขึ้นอย่างไร
 - ค. สุริยุปราคา และ จันทรุปราคา เกิดขึ้นอย่างไร
 - ง. อาการของน้ำขึ้นลงอย่างกว้างๆ
๕. ทวีปและเกาะ
 - ก. ชื่อของทวีปและเกาะที่ทุกดวง
 - ข. ลักษณะ, อาการ, และวิถีชีวิตให้รู้จักและข้อสังเกต

๖. ความสัมพันธ์ในระหว่างดวงอาทิตย์, โลก, ดวงจันทร์ และ ดาวเคราะห์
รวมเรียกว่า ระบบสุริยะ Solar Systems ควรให้นักเรียนจำไว้

๗. การถูกข่มขืน

- ก. การจั้ตหมี่ตามแบบโบราณ } และการเรียกชื่อ
ข. การจั้ตหมี่สมัยปัจจุบัน }
ค. วิธึคใ้ห้จั้ตและชื่อสิ่งเกต
ง. วิธึหาทึค หนึอ, ไ้ จากดาวฤกษ์ หนึ่ต่าง ๆ
รวมเรียกว้า วิธึคดาว.

๕. การหาং

เรียนให้ทราบถึงคุณและความเป็นอยู่ และ ผลของการ ตรวจพบ ตาม
จดหมายบันทึกของนักปราชญ์ราชบัณฑิต

๔. การตกทอดขณะนิต

เรียนให้ทราบกำหนดและเหตุผล ตลอดจนบันทึกการตกชั้นนี้ต่าง ๆ ที่
เป็นอยู่ประจำคุณทวดโลก ดังแต่มีบวชแต่ตนมาจนบัดนี้

ถ้านักเรียนเข้าใจสิ่งเหล่านี้ตามความจริงแล้ว จะเป็นเครื่องส่งเสริมให้ลดความหลง
 ใหลระดมภายในความเชื่อถือเรื่องลางร้ายนี้, ทางสัจศาสตร์หมดไปมาก คือ เขาเหล่านั้น
 จะเท่ากันกับคนเห็นความเป็นจริงตามธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างน้อยเป็นความ
 รับผิดชอบทุกเหตุผล

เมื่อวันที่ ๘ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๔๗๕ ข้าพเจ้าได้เดินทางจาก ฮอนโนลูลู ไปโฮเบ มีรถยนต์นำพาเรื่ออเมริกันคนหนึ่ง (งกกล่าวนาม) ซึ่งโดยสารมาในเรื่อ กับสามีที่จะไปเป็นผู้ช่วยทูตทหารเรื่ออเมริกันในกรุงโตเกียว คั้นวันหนึ่งเขาสามีมีภรรยาขึ้น ไปยืนอยู่ที่หัวเรื่อ เกือบหงาย พอแลเห็นดาวใต้ซีกหลายหมู่หลายดวง สภาพสตรีนูนใต้ ดาวและออกซอดกเย็นจำนวนมาก นั้นแสดงว่าเป็นผู้มี ความรู้รอบ ตัว ทาง ดาราศาสตร์ ชั้นต้นผู้หนึ่ง

ท่านที่ยังไม่เคยเห็นหรือยังไม่เคยได้ยินได้ฟังใครเล่าเลย จะเชื่อไหมถ้าข้าพเจ้าจะกล่าวว่า “ในเมืองฝรั่งเศสมีที่เรียนดาราศาสตร์ชั้นต้นตามที่ข้าพเจ้ากล่าวมาแล้วนั้น เป็นอย่างนี้ คือ นักเรียน หรือประชาชนพลเมืองทุกชั้น มีโอกาสเข้าไปในห้อง ๆ หนึ่ง ซึ่งสร้างไว้เป็นที่สำหรับเรียนวิชา เมื่อเข้าไปแล้วถึงเวลาสอน ท่านจะเห็นเหมือนอย่างท้องฟ้าจริง ๆ ดวงดาวต่าง ๆ ที่อยู่ในท้องฟ้าอย่างไร เวลาไหน, ฤดูกาลใด ๆ ตลอดจนที่ท้องฟ้าจำลองทำให้ใหม่และชัดเจนได้ทั้งสิ้น เช่น สूरยปราดา, จันทร์ปราดา, ขั้วขั้วข้างแรม ดาวฤกษ์ ดาวพฤหัสบดี ทำให้เห็นเหมือนในท้องฟ้าจริง ๆ ทุกฤดูกาลที่เป็นจริง ท่านจะไม่เห็นเหมือนธรรมชาติคือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตวิทยา เช่น เมฆ, หมอก, ฝน, หิมะ เหล่านี้ไม่มีเลย เหตุที่เป็นเช่นนั้นก็คือ ผู้คิดสร้างเครื่องมือและหอดูดาวนั้นขึ้น ก็เพราะไม่ต้องการให้ธรรมชาติเป็นเหตุขัดขวางการศึกษาของกลศาสตร์และกลศาสตร์ หรือประชาชนพลเมืองทั่วไป ทำไมเล่าจึงเป็นเช่นนั้น เพราะว่าประเทศในยุโรป, อังกฤษ, และอเมริกา ธรรมชาติมี หมอก, เมฆ, ฝน, หิมะ และอากาศที่ขมขื่น ๆ เป็นเครื่องกีดขวางการเรียนดาวในท้องฟ้า ที่ต้องการเรียนหรือสอนไม่ได้เสมอไป จึงนักปราชญ์ทางวิทยาศาสตร์ได้คิดสร้าง “หอดูดาวจำลอง” ขึ้น ซึ่งภาษาอังกฤษเรียกว่า Planetarium ณ ที่นั้นท่านจะเรียนดาราศาสตร์ชั้นต้นได้ตลอดเวลา ทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีต้องกลวัฏจักรของคณิตวิทยาชนิดใด ๆ มาขัดขวางเลย

Planetarium คืออะไร ? Planetarium คือ “หอดูดาวจำลอง” สร้างขึ้นสำหรับการสอนดาราศาสตร์ชั้นต้น สำหรับประชาชนพลเมืองให้เห็นเหมือนของจริง สอนได้ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน ตามกำหนดเวลาของเจ้าหน้าที่

ใครเป็นผู้จัดทำ Planetarium สำเร็จ และพิสดารอย่างไรจะได้กล่าวให้ละเอียดในเล่มต่อไป

(ยังมีต่อ)

จุลินทรีย์ในน้ำนม

และ

โรคติดต่อที่ติดต่อทางน้ำนมที่ ไชยบุรี โภค

ของ

พ. ท. หลวงสิทธิรักษ์สัตว์ (Docteur) บัณฑิตของสมาคมวิทยาศาสตร์

ประเทศฝรั่งเศส ภาควิชาสัตวแพทยศาสตร์ของราชบัณฑิตยสถาน

ศาสตราจารย์มิเกล (Miquel) ได้พิสูจน์ว่าในน้ำนมสัตว์ที่รีดออกจากเต้านมแล้ว จุลินทรีย์ที่ปลิวอยู่ในอากาศ ฯลฯ จะลงไปอยู่ในน้ำนม นั้นแล้วจะเจริญงอกงามทำให้นมเสีย คือ :—

เวลา ๒ ช.ม.	ภายหลังรีด	จุลินทรีย์เจริญ	9000 Bact. pari cm ³
„ ๓ „	„	„	21750 „ „
„ ๔ „	„	„	36250 „ „
„ ๕ „	„	„	60000 „ „
„ ๑๑ „	„	„	120000 „ „
„ ๒๗ „	„	„	5600000 „ „

อนึ่งความไวของธรรมชาติอาจทำให้จุลินทรีย์เจริญตัวรวดเร็ว เวลาต่างกัน ภายหลังเวลารีดแล้ว ๑๕ ช.ม. คือ

100 000 Bacts. 1 cm. ³	เก็บรักษาด้วยความร้อน + 15 c.
12000 000 „ „	„ „ + 25 c.
165000 000 „ „	„ „ + 35 c.

จุลินทรีย์ ที่อาศัยอยู่ในดิน ฯลฯ

ที่ทำให้เน่าเสีย (Microbes saprophytes.)

๑. จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียเน่าขี้ เปลี่ยนลักษณะเป็นกรดในน้ำนม

เช่น

Bacterium acidi lactis.

„ *coli commune.*

„ *lactis aerogenes.*

„ *streptococcus acidi lactis.*

Bacillus prodigiosus. etc.

๒. จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียข้นแข็ง (เปลี่ยนลักษณะเป็นเปปโทน)

(Ferment de la caséine)

เช่น

Bacillus subtilis.

„ *Mesentericus Vulgatus.*

„ *Butrycus.*

๓. จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียเหนียวข้นเป็นยาง

(Ferment du lait visqueux ou filant)

เช่น

Actinobacter.

Bacillus lactis Viscosi.

„ *pituitosi*

Bactérium Hessii.

๔. จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียมีรสขม

(Ferment du lait amer.)

เช่น

Bacilles de Weigmann.

Microcoque de Conne. etc.

๕. จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเน่ามีสีต่าง ๆ

(Ferment des laits colorés)

เช่น	Bacillus cyanogenes (lait bleu)	(น้ำเงิน)
	Bacillus prodigiosus. (lait rouge).	
	Sarcina rosea. (lait rouge).	แดง
	Bacillus lactis erythrogenes. (lait rouge).	
	Saccharomyces ruber. (lait rouge).	
	Bacillus synxanthus (lait jaune).	เหลือง

การเก็บรักษาน้ำนม

Procédé de conservation. Et de Sterilisation

.....du Lait.....

๑. การเก็บรักษาด้วยความสะอาด (Traité aseptique)

(230-250 c.c. de 2-3 microbes par 1 cc.)

๒. การเก็บด้วยความร้อนธรรมชาติ (Procédé mécanique et physique que la chaleur.)

ก. เก็บด้วยการกรอง ด้วยทราย หรือ สาลี่ ทิ้งแล้ว หรือเครื่อง
กรองพิเศษ.

ข. เก็บรักษาด้วยการขึ้นให้เป็นตะกอน

ค. เก็บรักษาด้วยความเย็น (Conservation par le froid)

ง. เก็บรักษาด้วยแสงไฟฟ้า (Electricité Rayons Ultraviolet.)

๓. การเก็บรักษาด้วยการใส่ยา (Procédé chimique)

(ไม่ควรใช้เพราะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค) เช่น โซเดียม กรดซาลิ

ซิลิก กรดบอริก, บอแรกซ์ ค่างโคลมาทและฟอร์มาลิน เป็นต้น.

๔. การใช้ความร้อนสำหรับต้มและนึ่งนม (Procédés utilisant la chaleur.)

๑. ความร้อน ๖๐—๘๐ องศาเซลเซียส สำหรับอุ่นนม.
๒. ความร้อน ๘๐—๑๐๐ องศาเซลเซียส , , , ,
เพื่อทำลาย จุลินทรีย์ บาง ชนิด และ สิ่ง ของ เครื่อง ใช้ บาง ชนิด ที่ ใช้
ประกอบ นม นาน ๒—๓ ครั้ง นาน ๑ ชั่วโมง.
๓. ความร้อน ๑๐๕—๑๑๐ องศาเซลเซียส นาน ๔๕ นาที. ด้วย
หม้ออัด (Autoclave) สำหรับนึ่งนมกระป๋อง ฯลฯ เพื่อเก็บไว้
เป็นระยะ.

จุลินทรีย์ โรคติดต่อของนม

(Microbes pathogènes - Transmission des maladies)
contagieuse par le lait.

๑. จุลินทรีย์ ไชวัณโรค (Fièvre typhoid.)
๒. จุลินทรีย์ โรคบิด (คอตัน) (Diphterie)
๓. ไวรัส (Virus) โรคไข้หัด, อีสุกอีใส, และฝีดาษ
๔. จุลินทรีย์ โรคอหิวาต์ (Cholera asiatique.)
๕. จุลินทรีย์ กาฬโรค (Peste)
๖. จุลินทรีย์ โรคลำไส้ทำให้ลงท้อง (Microbes de la gastro enterite
des enfants).

โรคติดต่อจากแม่โคนมติดต่อแก่ผู้ใช้นมเป็นอาหาร

๑. โรคปาก (Fièvre aphteuse)
๒. โรคฝีดาษ (Cow - pox.)
๓. โรคกลัวน้ำ (Rage)

๔. โรคกาฬ (Charbon)
๕. โรควัณโรค (Tuberculosis)
๖. ล้ามของลม (Charbon Symptomatique)
๗. โรคโลหิตเป็นพิษ (Septicaemia hemorrhagica)
๘. กาฬโรคของโค, กระจับปี่ (Pest - bovine.)

ฯลฯ

ประเภทของนมที่ใช้เป็นอาหารและทำเทียม

(Lait Modifiés)

๑. นม Lait homogénéisation เป็นนมที่ผสมไขมัน
๒. นมทำเทียมนมมารดา Lait maternise แต้มคาเซอินน้อย

Casein	10 - 20 grams
Beurre	33 - 35 „
Lactose	60 - 65 „
๓. นมที่ปรุงตามส่วนนมให้ถูกตามส่วนนมคน
(Lait humainire de Backhause)
๔. นมข้น Lait condensé
๕. นมผง Lait deséchés ou Lait en poudre
๖. นมที่เจอน้ำชาต้อยอาหาร Lait pancréatine ou Lait pegminé.
๗. หางน่านม (ไม่ใช่เลี้ยงทารก แต่ใช้เป็นอาหารมารดา)

นมที่เจ็บปนและที่ตองห้าม

๑. โซดาเกิน Bicarbonate de Soude สำหรับทำให้นมไม่เป็นกรดและต่าง และ
ทำให้ให้นมจับเป็นก้อน เป็นโทษแก่เด็กซึ่งทำให้ไม่ให้อาหารเจริญ

๒. ไขมัน (Graisse) ห้ามเจือปนในน้ำมัน (บางครั้งอาจใช้หัวกะทิเจือปน)
๓. น้ำตาลนม (Sucre du Lait)
๔. น้ำตาลต่างๆ เช่น น้ำตาลอ้อย น้ำตาลผลไม้ (Sucre de canne, glucose etc.)
๕. เดกซ์ตริน (Dextrin)
(coloration rouge avec l'eau iodée)
๖. เจือปนจำพวกแป้งต่างๆ Matieres feculents.
๗. เจือปนจำพวกไข่ขาวต่างๆ Blanches d'oeufs
๘. เจือปนจำพวก กาว ยางไม้ et addin Alcool.
๙. เจือปนจำพวกเขลาดิน และเอ็นสัตว์ (หุปลา) ฉลาม
๑๐. การเจือปนด้วยยาอันติเซพติก

การเปรียบเทียบนมคนและนมโค

	นมคน	นมโค
กาเซอีน ตรวจด้วยกรรณน้ำส้ม	เป็นตะกอนยาก	เป็นตะกอนง่าย
ตรวจด้วยควมกต (อิกทิน)	ขึ้นเป็นตะกอนเป็นเส้นๆ	เป็นตะกอนเป็นก้อนๆ
ตรวจด้วยน้ำละลายอาหาร	ย่อยง่าย	ย่อยเป็นจุดน้ำมัน Nucleine (Nucleine)
ไขมัน	มีธาตุ Oleine มาก	มีธาตุ Butyrine
จำพวกเกลือ	มีเกลือมาก NaCl	มีต่างคลอไรด์มาก Kel
การเปลี่ยนแปลงลักษณะ	ไม่เป็นกรรณและต่างข้างที่เป็น ต่างเล็กน้อย	ข้างที่เป็นกรรณ แต่ไม่เป็นกรรณ และต่าง เป็นต่างน้อยมาก

หัตถ์นม (Colostrum)

เริ่มตั้งแต่ท้อง ๓-๖ เดือน

ลักษณะ สีขาวขุ่น หรือเหลืองอ่อน บางคราวข้นคล้ายน้ำเชื่อม ใช้นิ้วมือแตะ
 ทดลองมีความข้นมาก มีไขมันปนน้อย
 มีลักษณะ ต่างมาก

การเปรียบเทียบชนิดนมของสัตว์ (๑ ลิตร)

	คน	นมโค	แพะ แกะ	นมม้า
Desité	1027-32	1026-32	1030-34	1029-35
	896	877	874	896
Caseine	14	30	30	7
Albumin	6	5	4	16
graisse	31	37	39	16
Lactose	50	45	44	60
Cendres	3	7	8	5

เงือก (ปลาไฟฟ้า)

การค้นคว้า พบเงือก ในน่านน้ำของประเทศสยาม

ของ

พ. ท. หลวงสิทธิรักษ์สัตว์ (Docteur)

บัณฑิตของสมาคมวิทยาศาสตร์ ประเทศฝรั่งเศส

ภาคีสมาชิกประเภทสัตววิทยาของราชบัณฑิตยสถาน

บทนำ

การค้นคว้า (Recherche) เรื่องสัตว์พิษนี้ ได้กระทำมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๘ ปี (พ. ศ. ๒๔๗๒-๗๔) ได้แบ่งแยกการค้นคว้าในเรื่องสัตว์พิษนี้เป็นหลายภาค แต่กระทำในเวลาอันเดียวกันกับการค้นคว้านี้ เช่น การค้นคว้าเรื่องพิษและการแก้พิษ ซึ่งก็ได้สำเร็จเมื่อ พ. ศ. ๒๔๗๔ ซึ่งกระทำไปด้วยความลำบากยากแค้นมาก เพราะมีงานประจำหลายหน้าที่ แต่กระทำการค้นคว้าเป็นเรื่องๆ ไปนั้นก็เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของชาติ และเพื่อให้เป็นความรู้ในการป้องกันสัตว์พิษ แก่ประเทศไทย เพราะในปีหนึ่งคนและสัตว์ได้เสียชีวิตไปด้วยสัตว์เหล่านี้เป็นจำนวนมาก

การค้นคว้าที่ได้สำเร็จลงเป็นส่วน ๆ นี้ก็ได้อาศัยทุนของการกุศลช่วยเหลือ เช่น ทุนของสภาอากาศสยามและทุนของราชบัณฑิตยสถาน และอาศัยตำราของท่านศาสตราจารย์ คัลเมตรและพิซาลิกซ์ ฯลฯ เป็นพระยานหลักฐานประกอบแก่การค้นคว้าด้วย

เงือก (ปลาไฟฟ้า)

(Poissons électrique)

ในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนเช่นประเทศในอาฟริกาและเอเชีย (ประเทศอินเดีย, สยาม, พม่าและเกาะในบะมา, สุมาตรา ฯลฯ) เป็นประเทศที่มีอากาศร้อน มีแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึงมากมาย มักมีเงือก (ปลาไฟฟ้า) อาศัยอยู่ชุกชุม ในบึง หนองน้ำจืดพวกนี้ทำลายชีวิตมนุษย์และสัตว์เป็นจำนวนมากมาย ทพวกเรา ๆ เรียกว่า เงือกนาคหรือถูกพรายน้ำกัดเลื้อยกินนั้น สัตว์จำพวกนี้สำคัญควรระวังไว้ แบ่งออก ๓ ชนิด คือ

๑. จำพวกเงือกกระเบนหรือกระเบนไฟฟ้า
(Torpile-torpedo)

๒. จำพวกปลาไหลไฟฟ้า, งเงือก
(Gimnotus-électricus)

๓. จำพวกปลาดุกเงือกหรือปลาดุกไฟฟ้า
(Malopterurus-électricus)

๑. จำพวกเงือกกระเบน หรือกระเบนไฟฟ้า ชาวไทย อิสลาม ทางภาคใต้เรียกว่า ปลาเสี้ยว เพราะไปถูกหรือจับต้องทำให้เกิดเสี้ยวเหมือนถูกกระแสดไฟฟ้

ลักษณะ รูปพรรณสัณฐาน ตัวแบนรูปตัวเป็นวงกลมหรือรูปไข่คล้ายซอฝรั่ง (ไวโอลิน) ที่ตัวเกลี้ยงมีเมือกใส สีเทาแก่หรือสีน้ำตาลแก่ บางตัวมีจุดสีขาวและเทาปนกัน หางเหมือนหางปลา สัน ใหญ่แข็งแรง ผิดกับปลากระเบนธรรมดาที่ไม่เงยกระเบนในร่างกายนอนกลางตัวมีเครื่องอวัยวะพิเศษทำให้เกิดไฟฟ้า (ดูภาพที่ ๒) และส่งไปทำอวัยวะสำหรับส่งกระแสไฟฟ้าไปยังศัตรูของมัน ที่ส่งนี้ตั้งอยู่ที่ข้างหู ข้างขวา กระแสไฟฟ้ถ้าปล่อยทำลายสัตว์ครึ่งหนึ่งแล้วจะหมดอำนาจลง ต้องรออีก ๒-๓ ชั่วโมงจึงจะเกิดกระแสไฟฟ้าใหม่ ขนาดของปลาชนิดนี้ยาวประมาณ ๕๐ เซนติเมตร และปลาจำพวกนี้แบ่งออกหลายวงศ์

ก. วงศ์ Torpedo marmorata ตัวสีเทา มีจุดขาวหรือจุดสีเทาปนขาว (ภาพที่

๑-๒-๓)

ข. วงศ์ Torpedo oculata ตัวสีเทาหรือสีน้ำตาล มีจุดต่างใหญ่บนหลัง ๕ จุด

ค. วงศ์ Torpedo Nobiliana ตัวสีแดงหรือแดงแก่ ทั่วอ้วนลำสัน

ที่อยู่อาศัย ชอบอาศัยอยู่ตามปากอ่าวระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็มจกกัน (มักมีชุมในเขตที่มิโคลนทรายหรือโคลน ในแอ่ง วงที่น้ำนิ่งๆ) ในประเทศสยามมีชุมในเขตที่ข้าวชายทะเลกันตะวันออกของประเทศสยาม ซึ่งติดต่อกับมหาสมุทรอินเดียและอ่าวเบงกอล เช่นในเขตจังหวัดสตูล (ต้นหยงโป, ทุ่งหว้าและจังหวัดตรัง ประเทรียนู กันหยงสตาร์ กันตัง ฯลฯ)

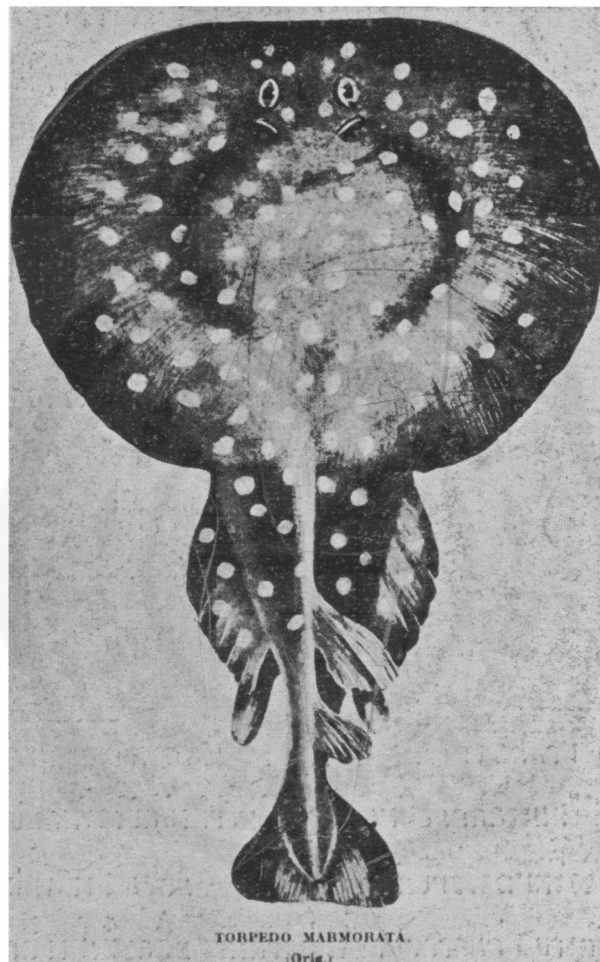
อำนาจกระแสไฟฟ้าและพิษ อำนาจกระแสไฟฟ้าของสัตว์จำพวกนี้ สามารถจะทำให้โค กระบือ ม้า แพะและคนตายได้ โดยทำให้ร่างกายของคนและสัตว์เป็นอัมพาต แล้วเลยจนน้ำตาย

พิษ โลหิตและอวัยวะที่เกิดโลหิตเป็นพิษ แก่คนและสัตว์ ศาสตราจารย์เกลย์ (Gley) และศาสตราจารย์มารีฟิซาลิกซ์ (Marie Phisalix) ได้ทดลองฉีกโลหิต และให้กินแก่สัตว์เช่นกบ หนูตะเภา กระต่ายและสุนัข ปรากฏว่าสัตว์เหล่านั้นเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต (ภาพที่ ๒)

วิธีคนควาและจับปลาเงือกกะเบน (ไฟฟ้า)

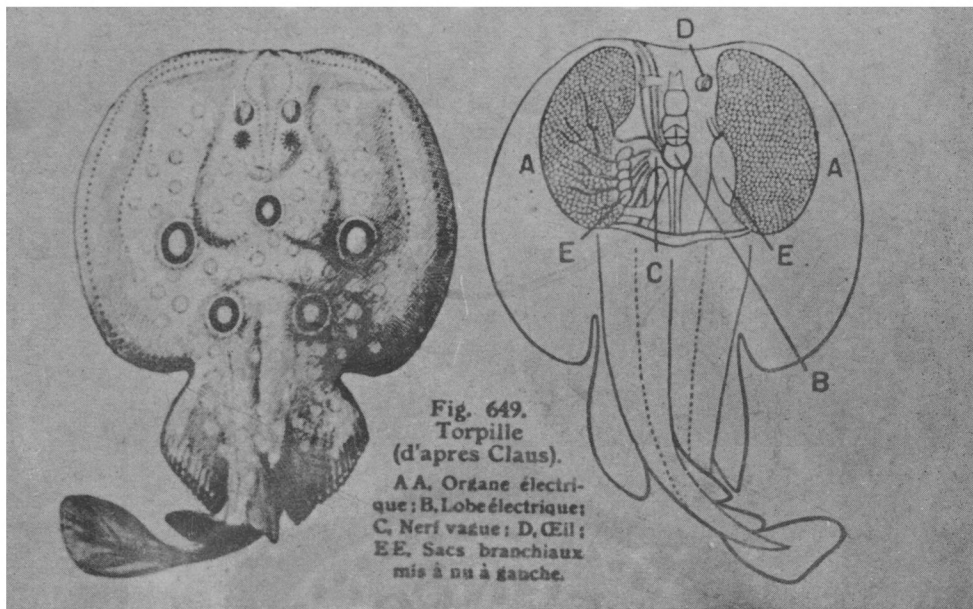
การเตรียมเครื่องมือ เครื่องใช้และพาหนะ

การจับสัตว์จำพวกนี้สำคัญมากเพราะเป็นเรื่องที่จะคงเลี้ยงอันตราย อยู่บ้าง เช่นจะต้องระวังอันตรายจากสัตว์เหล่านั้นโดยตรง และยังจะต้องระวังภัยจากสัตว์อื่น เช่น จระเข้และงูทะเลที่มีพิษร้ายแรง เพราะสัตว์จำพวกนี้มักอาศัยปะปนกันอยู่



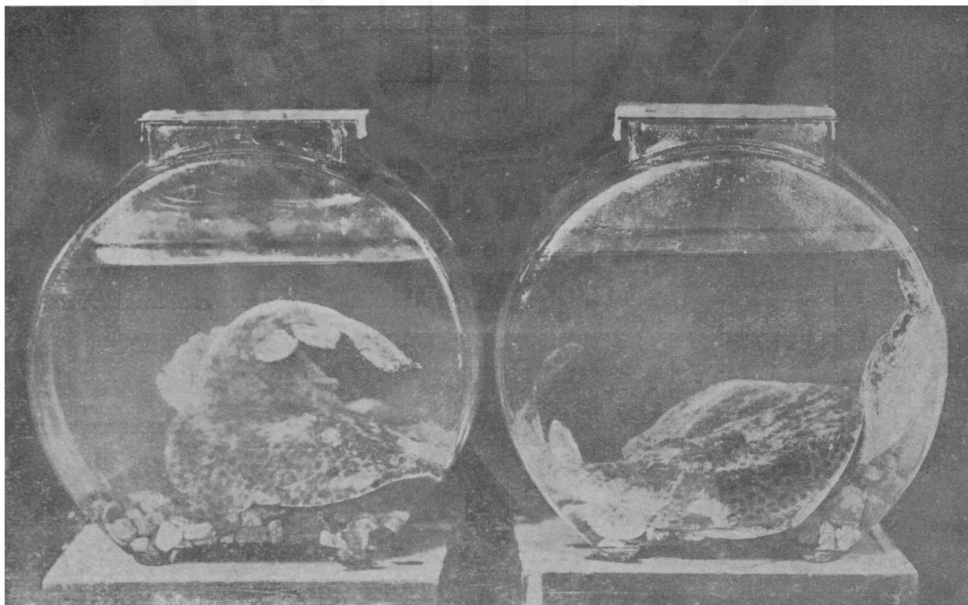
ภาพที่ ๑ งูชก

แสดงแบบปลากะเบน (ไฟฟ้า) (หางเหมือนหางปลาไม่มีกระดูกแหลมและเงี่ยง) รูปคล้ายไวโอลิน



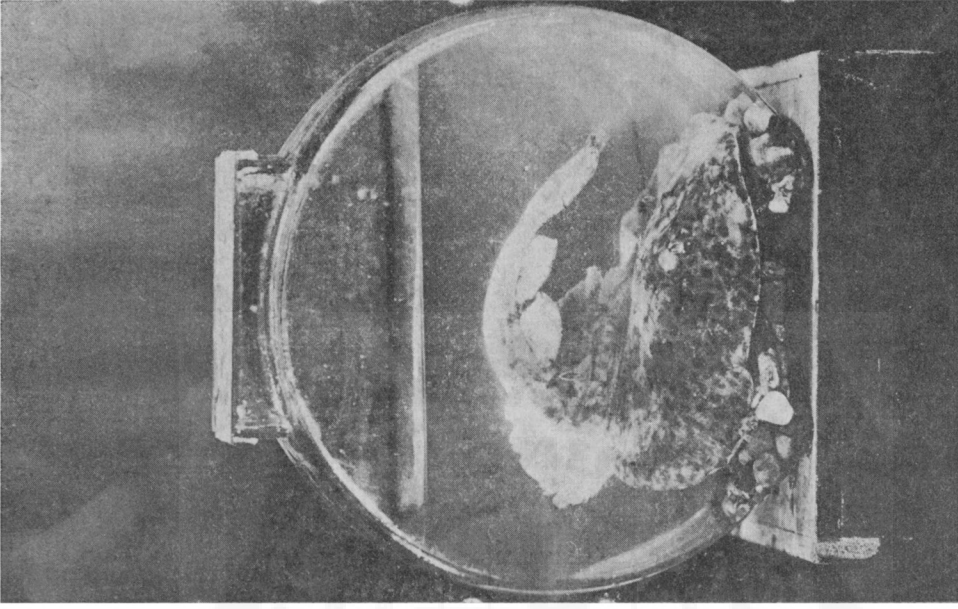
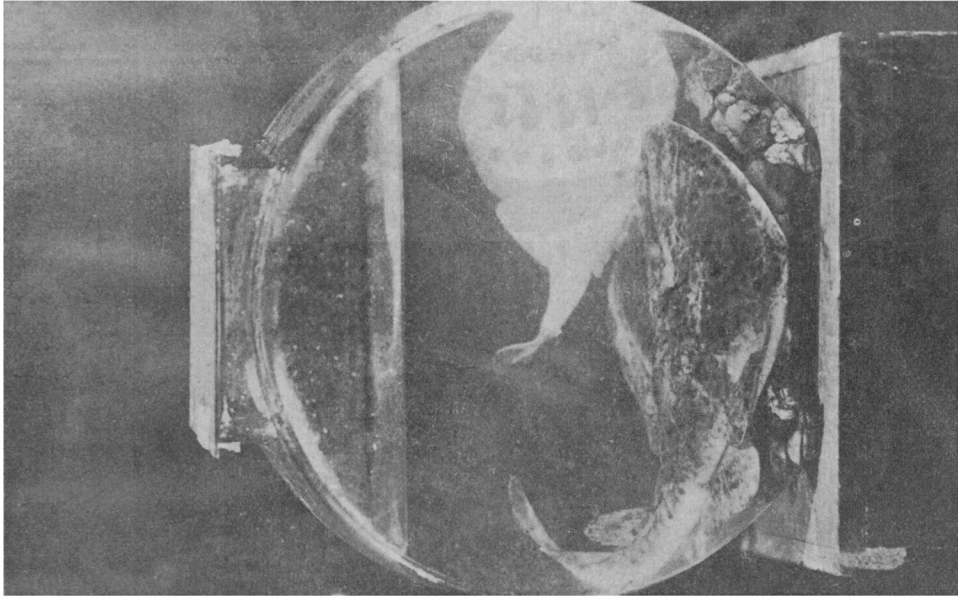
ภาพที่ ๒

แสดงสิ่งที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวปลาซึ่งทำให้สัตว์และคนที่ถูกเข้าเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต
A. อวัยวะที่ทำให้เกิดไฟฟ้า B. ส่วนที่เก็บไฟฟ้า C. ประสาทที่นำสื่อไฟฟ้า D. ลูกตา



ภาพที่ ๓-๔

แสดงท่าลักษณะของปลากะเบนไฟฟ้า ที่ทำการค้นคว้าได้ในเขตชายทะเลภาคตะวันตกของประเทศสยาม
(มหาสมุทรอินเดีย) ชาวประมงกลัวมาก เรียกว่า ปลาเสี้ยว



ภาพที่ ๔

แสดงปลากะเบนไฟฟ้าที่ทำการค้นคว้าได้ ตั้งแต่วันที่ ๒๕ ถึง ๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๓๕

เครื่องมือที่ใช้ในการจับสัตว์นกอ

๑. ถังมียาง
๒. คีมสำหรับจับยาวประมาณ ๑ เมตร (ที่จับต้องพันด้วยผ้าหรือยาง)
๓. สลึงมียางยาว
๔. ไม้ท่อนเชือกหนึ่ง (แบบจับยิง)
๕. อวนขนาดเล็กและใหญ่อย่างน้อยไม่เกินกว่า ๓ ปาก
๖. ที่สำหรับเก็บและขังสัตว์น

เครื่องยาที่ใช้ในการน

- ก. ควรเตรียมยาสำหรับจับบนพยายาล เช่นยาสำหรับใส่ปากผลที่เป็นพิษ เช่นยาแก้อัสพิษและยารับความเจ็บปวด
- ข. ยาสำหรับคองสัตว์และเก็บสัตว์พิษที่คนความมาได้แล้วมิให้เมาและเสีย เช่นยาจำพวกฟอมาลีน เป็นต้น

พาหนะที่ใช้ในการค้นคว้า

ควรใช้เรือแจวหรือพายขนาดคนได้ประมาณ ๒๐ คนและประมาณ ๒-๓ ลำพร้อมทั้งเรืออวน แต่ลำหนึ่งควรมีคนลำนละ ๔-๕ คน พวกที่ไปในการค้นควาเตรียมอาหารสำหรับป้องกันสัตว์ร้าย เพื่อบางคราวอาจต้องเผชิญกับพระเข็ ๑ ล ๑

การเลือกที่สำหรับจับ

เมื่อเตรียมเครื่องมือ เครื่องใช้พาหนะและคนพร้อมแล้วควรออกเดินทางเมื่อเวลาน้ำลง (เวลากลางวัน) ที่ ๆ จะลงอวนเลือกตรงแอ่งน้ำนิ่ง ๆ ลึกพอสมควรแล้วลงอวนเงย ๆ (เพราะสัตว์จำพวกนกฉลามมากมักชอบยกตาน้ำเสีย) แล้วค่อย ๆ ลากอวนเบา ๆ จนกว่าจะหมด เมื่อพบตัวแล้วควรจับด้วยเครื่องมือดังกล่าวแล้ว สัตว์จำพวกนกเมื่อขึ้นมาอยู่บนบกแล้วอาน้ำน้อยกว่าอยู่ในน้ำ

สัตว์จำพวกนกบางคราวอาจติดโพรงพงได้เหมือนกัน

๒. จำพวกปลาไหลไฟฟ้า (งูเงือก)

ลักษณะ ตัวคล้ายปลาไหลหรือปลากะตัง สัตว์มีน้ำตาตลกแก่ เทาหรือแดงแก่ หนังกะด้างมัน ตัวกลม หัวกลม มีใบพัดข้างแก้มข้างละอัน บนหลังไม่มีครีบและกระดูก ตอนใต้ท้องมีครีบตั้งเด่นแต่ใต้คางถึงปลายหาง ๆ ใหญ่แบน ขนาดตัวยาวประมาณ ๑-๒ เมตร (ภาพที่ ๗)

อำนาจพิษและกระแสไฟฟ้า อวัยวะที่ทำให้เกิดไฟฟ้าเป็นขั้วสีแดงแก่ อยู่ก่อนไปทางหางตอนใต้ท้อง แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าไปตามเยื่อเมือกทั่วตัว นักวิทยาศาสตร์บางท่านชี้แจงว่าปลาชนิดนี้มีกระแสไฟฟ้าแรงกว่าชนิดอื่น ๆ ศาสตราจารย์แบร์ริง, ฟิชเชอร์ และทรานส์ และนักวิทยาศาสตร์ ได้พิสูจน์ทดลองโลหิตและอวัยวะของสัตว์จำพวกนี้เป็นพิษซึ่งอาจทำอันตรายถึงแก่ชีวิตแก่สัตว์ใหญ่เล็กได้

ที่อยู่อาศัย มีทุกซมทั่วไปในประเทศเขตร้อน ตามบึง บาง ทะเลสาบ ห้วยหนอง ลำน้ำที่มีน้ำจืด เช่นประเทศอินเดีย สยาม พม่าและในประเทศอาฟริกาและอเมริกาใต้

๓. จำพวกปลาตุ๊กเงือกหรือปลาตุ๊กไฟฟ้า

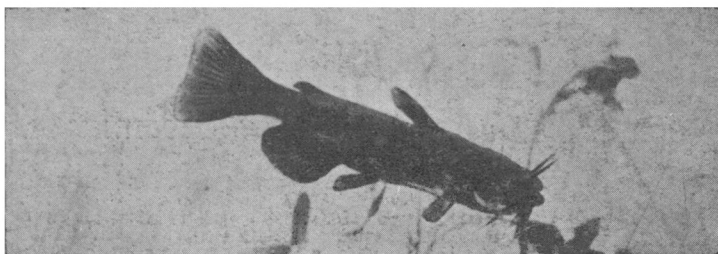
ลักษณะ คล้ายปลาตุ๊ก แต่ไม่มีครีบและกระดูกแหลมตอนบนหลัง สัตว์มีน้ำตาตลกแก่ ท้องเหลือง ขนาดยาวประมาณ ๑-๑.๕๐ เมตร (ภาพที่ ๘)

อำนาจกระแสไฟฟ้า มีทำให้เกิดไฟฟ้าตอนกลางตัวแล้วปล่อยไปตามเยื่อเมือก

ที่อยู่อาศัย คล้ายที่อยู่ของปลาไหลไฟฟ้า มีซมในประเทศอื่น เช่น อาฟริกาและอเมริกาใต้, เอเชีย

วิธีค้นหาและจับปลาตุ๊กเงือกและงูเงือก

ปลาจำพวกนี้มักอาศัยอยู่ในที่น้ำนิ่ง ๆ ตามห้วย หนอง คลองบึงบางและทะเลสาบ



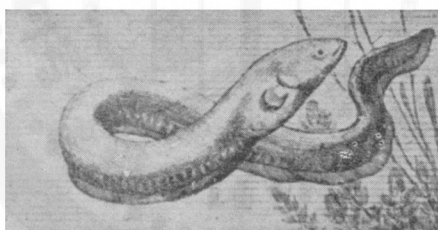
ภาพที่ ๕-๖

แสดงภาพการเปรียบเทียบจำพวกปลาดุกธรรมดาและปลาดุกไฟฟ้า



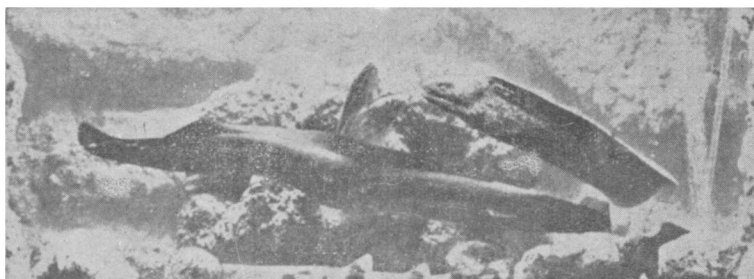
ภาพที่ ๖

แสดงปลาดุกไฟฟ้า (*Malopterurus electricus*)
(ไม่มีกะโหลกบนหลัง ตัวอ้วนกว่าปลาดุกธรรมดา)



ภาพที่ ๗

ปลาไหลไฟฟ้า (*Gymnotus electricus*)
(ไม่มีครีบบนหลัง ตัวอ้วนล่ำกว่าปลาไหลทะเลและธรรมดา)



ภาพที่ ๘

แสดงภาพปลาไหลทะเลเปรียบเทียบกับปลาไหลไฟฟ้า

ซึ่งภูมิภาคนั้นมีโคลนมาก วิธค้นหาและจับ ในอเมริกาใต้ใช้ไล่ค้อนฝังสัตว์พาหนะ เช่นม้า โค กระบือลงมาก่อน เพื่อทำให้สัตว์จำพวกนี้โกรธและปล่อยกระแสไฟฟ้าแก่สัตว์เหล่านั้น ระหว่างนั้นกรบใช้แห ครอบลงล้อมจับ เมื่อพบตัวต้องจับด้วยเครื่องมือสำหรับจับ หรืออีกวิธีหนึ่งใช้ดักจับด้วยวิธีขบย่อ (หลุมโจน) โดยระบายน้ำจากบึงบางให้แห้งหมด วิธีนี้พวกจับสัตว์จำพวกนี้ในอเมริกาใต้และอาฟริกาชอบใช้ เพราะเป็นวิธีที่สะดวกมากกว่าวิธีอื่น ๆ.

เอกสารทอ้าง (Bibliographie)

- | | |
|-------------------|---|
| A. Calmette. | Manuel technique de Microbiologie et Sérologie. |
| Marie Phisalix, | Animaux, Venimeux et Venin. |
| L. Negre. | |
| A. Boquet. | } Medicaments Microbines. Vaccination. Sérotherapie, |
| Metchmikoff. | |
| L. Joubin. | |
| Aug. Robin. | } Les animaux (Les Invertébrés) |
| L. Camette. | |
| | (Les Vertébrés) |
| A. E. Brehm. | Merveilles de la nature, les reptiles et les batracien etc. |
| Massol. | } Flocculation dans melange neutre toxine, antitoxine. |
| Ramon. | |
| Sanit Kengragsut. | Recherches sur les variations des venins des animaux Venimeux au Siam. Revue de Pathologie Comparée et d'Hygien générale de Paris 5-10 Novembre 1928 p. 1082. |
| Henri Velu. | Elements pratiques Pathologie vétérinaire Exotique. |

หิน

แบ่งออกเพื่อให้เหมาะแก่ความต้องการ

ของนายช่างวิศวกรรมโยธา

ใช้ด้วยตาเปล่า หรือมีแว่นขยายช่วยบ้างเล็กน้อย

โดย

พระอุดมพิทยภูมิพิจารณา

ภาคีสมาชิกแห่งราชบัณฑิตยสถาน สำนักวิทยาศาสตร์ ประเภทภูมิวิทยา

แร่ประกอบกันขึ้นเป็นหิน

ในงานวนธาตุที่รู้จักกันแล้วกว่าแปดสิบอย่าง มีธาตุหลายอย่างที่หายากมาก และ
ธาตุหลายอย่างมีอยู่ตามคน แต่ธาตุที่มาประกอบกันเข้าเป็นหินเปลือกโลกที่มนุษย์สามารถ
จะผ่านลงไปดูได้ในเวลานี้มีเพียง ๑๖ อย่างเท่านั้น คือ

(เรียงตามลำดับจำนวนที่มีอยู่ดังต่อไปนี้)

๑	ออกซิเจน	47.83	๙	ไทเทเนียม	0.46
๒	ซิลิกอน	27.74	๑๐	ไฮโดรเจน	0.22
๓	อลูมิเนียม	7.85	๑๑	ธาตุถ่าน	0.19
๔	เหล็ก	45.0	๑๒	ฟอสฟอรัส	0.12
๕	แคลเซียม	8.17	๑๓	กำมะถัน	0.12
๖	ปอตแashaียม	2.46	๑๔	เบริลียม	0.08
๗	โซเดียม	2.46	๑๕	แมงกานีส	0.08
๘	แมกนีเซียม	2.24	๑๖	คลอรีน	0.06

มีธาตุสองสามอย่างเกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่ผสมกับอะไร แต่ส่วนใหญ่เกิดเป็นสารประกอบเรียกว่า แร่

หินทั้งหมด ยกเว้นพวก (ที่เกิดเป็น) กระดาษหิน, ล้วนประกอบขึ้นด้วยแร่ทั้งนั้น แร่เหล่านี้มีความทนทานต่อกันฟ้าอากาศ ผิดแผกต่าง ๆ กัน จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงลักษณะและคุณสมบัติของแร่ จะไ้รู้รู้จักหินต่าง ๆ และพิจารณาถึงคุณค่าของหินต่าง ๆ ไ้ถูกต้อง

นิยามของแร่ แร่มีนิยามว่า สิ่งซึ่งเกิดตามธรรมชาติเป็นอนินทรีย์มีสารประกอบแน่นอนจนเขียนเป็นสูตรได้ สิ่งที่เกิดตามธรรมชาติเป็นอนินทรีย์มีถ่านหิน, อัมพัน, น้ำมันแร่, น้ำมันดิน, แอสฟัลท์ ฯลฯ ไม่เรียกว่าเป็นแร่ แต่บางครั้งก้อนโลมให้เข้าอยู่ในพวกแร่ด้วย โดยปกติหินออกจากปรอทกับน้ำแล้วแร่เป็นของแข็ง เกิดเป็นรูปผลึก แต่บางทีก็ไม่มีรูปผลึก amorphous เช่นโอปอลและแร่เหล็กลิโมไนต์ และอาจแสดงรูปผลึกให้เห็นเด่นชัดภายนอก แต่แร่ที่ประกอบกันเป็นหินนั้น เป็นเพราะเขี่ยกยักเขี่ยกันมากจนमुखของผลึกเจริญไม่ไ้ เห็น แต่ เป็น เม็ด ๆ มีขอบไม่เรียบร้อย สม่่าเสมอกัน

นิยามของรูปผลึก ผลึกมีนิยามว่า ของแข็งห่อหุ้มด้วยก้านเป็นพหุมุมของเจอนัยเรียกว่าด้านผลึก ล้อมรอบก่อนผลึกตามกฎเกณฑ์ของเรขาคณิต มีระเบียบทั้งสองข้างของ axis ซึ่งสมมติให้อยู่ตรงกลางของเส้นที่ต่อจากมุมตรงกันข้าม, จากจุดศูนย์กลางของด้านที่อยู่ตรงกันข้าม, หรือจากจุดศูนย์กลางของหน้าที่อยู่ตรงกันข้าม และเส้น axis นั้นตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งภายในก้อนผลึกนั้น ก้อนพหุมุมนั้น เกิดขึ้นจากก้อนของสารประกอบลำดับชั้นเองตามกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์ในทางเคมีวิทยา ซึ่งเป็นก้อนผลึกปรมาณ เมื่อรวบรวมกันเข้าเป็นก้อนใหญ่ก็แสดงให้เห็นमुखเจอนัยภายนอกได้ แร่ซึ่งเป็นสารประกอบจึงมักมีผลึกเป็นรูปทรงมุม, ฉวม ฯลฯ บางครั้งหินเกิดขึ้นมาโอกาสพอให้อุดมต่าง ๆ (molecules) เกาะเรียงลำดับกันจนเป็นก้อนใหญ่พอเห็นได้ เช่นในหินอัคนีและหินแปร (metamorphic Rock)

จำนวนของรูปผลึกมีอยู่ ๓๒ รูป และยังมีรูปผลึกอีกหลายสิบรูปตามที่เห็นได้ตามกฎเกณฑ์ของเรขาคณิต แต่รูปทั้งหมดนี้แบ่งออกเป็นหมู่ใดหกหมู่ด้วยกัน การจัดเป็นหมู่ๆ นั้น จัดแบ่งออกตามกฎการสัมพันธ์ระหว่าง axis มี

๑. Isometric system มี axis เท่ากันสามอันตั้งกันได้ฉาก
๒. Tetragonal System มี axis สามอันตั้งกันได้ฉาก, axis สองอันในสามอันเท่ากัน แต่อีก axis หนึ่งยาวกว่าหรือสั้นกว่าสองอันนั้น
๓. Orthorhombic System มี axis สามอันตั้งกันได้ฉาก แต่มีส่วยาวไม่เท่ากัน
๔. Hexagonal System มี axis สามอัน (lateral) อยู่ในระนาบเดียวกันและเท่ากันตั้งกันเป็นมุม 60° อีกอันหนึ่งตั้งได้ฉากกับระนาบนี้และสั้นกว่าหรือยาวกว่า axis อื่นๆ
๕. Monoclinic System มี axis สามอันยาวต่าง ๆ กัน สองอันตั้งได้ฉากกัน และ plane ของสองอันที่ตั้งกันอยู่ตรงเป็นมุมเยื้อง
๖. Triclinic System : มี axis สามอันยาวต่าง ๆ กันและตั้งกันเป็นมุมเยื้องสามอัน

ก่อนผลึกแผด ก่อนผลึกบางก้อนไม่เกิดเป็นก้อนผลึก แต่เกิดรวมเป็นผาแผด คือออกตึกกันสองก้อน แร่บางชนิดงอกเป็นผาแผดเป็นปกติจนเป็นคุณสมบัติที่ไขว่ควรรู้สำหรับแร่ชนิดนั้นๆ ได้

ลักษณะทั่วๆ ไปของแร่ที่มาประกอบกันขึ้นเป็นหิน

ลักษณะทั่วๆ ไปที่เป็นประโยชน์ในการตรวจแร่ด้วยตาเปล่า มีความแข็ง (ของแร่) การมีชั้น (cleavage) การมีวาว, สี, สีของผงละเอียด, ความเหนียวหรือเปราะ,

น้ำหนักเทียบกันน้ำ (Sp. gr.) การถ่วงตะเพาะและร่อนปลั๊ก และถ้ามีเครื่องเข้าเล่น และยาสัณฐานที่น้อยก็จะช่วยให้ตรวจแร่ได้ดียิ่งขึ้น

แร่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นหินมีอยู่ไม่กี่อย่าง และอาจแบ่งออกได้เป็นหมวดๆ คือ หมวดซิลิเกต, หมวดออกไซด์, หมวดคาร์บอนเนต, หมวดซัลเฟต และหมวดซัลไฟด์.

หมวดซิลิเกต

ซิลิเกตเป็นหมวดแร่สำคัญที่ประกอบกันเป็นหิน ส่วนใหญ่ของ หินทั้งหมดเป็นเกลือ ของกรดซิลิกิก แร่สำคัญในหมวดนี้ก็คือ เฟลด์สป้า, เฟลด์สป้าทอยด์, ไพรอกซีน, แอมฟิโบล, ไมกา, โอลิวีน, กานะต (โกเมน) ทูรมาลีนและเอพิโดต์.

เฟลด์สป้า

ลักษณะ เฟลด์สป้าเป็นซิลิเกตของอะลูมิเนียมกับโซเดียม, โซดาหรือปูน หรือ ทั้งโซดาและปูน แยกเป็นพวกได้

๑ ปอแตซ์เฟลด์สป้า มีสูตรโทเคลส และ ไมโครคลีน ($K Al Si_3 O_8$)

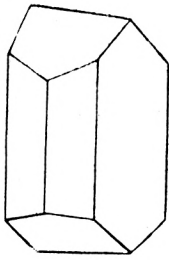
๒ โซดาเฟลด์สป้ามี่แอลไบต์ ($Na Al Si_3 O_8$)

๓ ปูนเฟลด์สป้ามี่อะนอร์ไทต์ ($Ca Al_2 Si_2 O_8$)

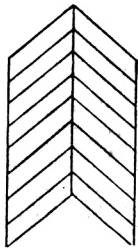
๔ คือ ๑ กับ ๒ ผสมกัน

๕ คือ ๒ กับ ๓ ผสมกันเรียกว่า แพลจิโอเคลสหรือโซดา—ปูนเฟลด์สป้า

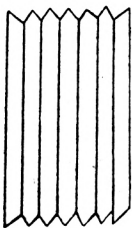
เฟลด์สป้ามี่รูปผลึกอยู่ในหมวดโมโนคลินิก เช่นออร์โทเคลส หรือ ทริคลีนิก เช่น ไมโครคลีน และ แพลจิโอเคลส แต่รูปก้อนผลึกจึงในรูป ๑ หาได้ยาก นอก



รูป ๑



รูป ๒



รูป ๓

จากก้อนหินบางชนิด โดยปกติเฟลด์สปาร์ในหินเกิดขึ้นเม็ด ๆ บางทีมีรูปแผ่น (ดังรูป ๒) ซึ่งเป็นปกติของ ออร์โทเคลส (orthoclase) แพลจิโอเคลส plagioclase (รูป ๓) มีร่องขีดบาง ๆ ขนานกันบนด้านที่เป็นระนาบขนานกัน (cleavage face) เฟลด์สปาร์ทุกชนิดมีลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ แลเห็นได้ชัดเจน สองด้านติดกันเป็นมุม 90° ในแร่ออร์โทเคลส และติดกันเป็นมุม 86° ในแพลจิโอเคลส

แร่มีความแข็งอยู่ในเกณฑ์ ๖ มีน้ำหนักเทียบน้ำหนัก Sp. gr. 2.55-2.76 มีความวาวคล้ายกระจกบนด้านอื่น ส่วนบนด้านที่เป็นแผ่นบาง ๆ วาวคล้ายหอยมุกก็ สีสันต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขาวใส, แดงหรือสีเทาและขาว ถ้าเฟลด์สปาร์ที่อยู่ในหินมีสีอะไร สีของหินนั้นมักเปลี่ยนไปตามสีของเฟลด์สปาร์

การเปลี่ยนแปลง เฟลด์สปาร์เมื่อผุพังเปลี่ยนเป็นดินเกาะเหนียว (ดินชั้นถวดยซาม) และมีแร่เขียวหนามานปนด้วย ส่วนแร่เฟลด์สปาร์ที่ผุพังก็เปลี่ยนเป็นแร่แคลไซต์ แร่เฟลด์สปาร์ที่มีปอกแต่เมื่อเปลี่ยนแปลงมักจะกลายเป็นผงไมกาสีขาวเรียกว่าสิริไซต์

กำเนิด แร่เฟลด์สปาร์มีพบอยู่ในหินมากชนิดกว่าแร่อื่น ๆ มีพบอยู่ในหินอัคนีเช่น หินแกรนิต, ไซเอไนต์, ในหินทรายชนิด Arkose, ในพวกหินชั้น, และในหินในสลับ แร่เฟลด์สปาร์นำไปใช้ในการทำน้ำเคลือบกระเบื้องมักจะนำไปจากหินแยกมาโดย

ไมกา

ลักษณะ ไมกาเป็นแร่ในหมวดซิลิเกตชนิดหนึ่งซึ่งมีส่วนผสมซับซ้อนมาก เมื่อพิจารณาด้วยตาเปล่าอาจแบ่งออกได้เป็นสองชนิดคือ ๑) ไมกาขาวมีสูตรโคไวต์ ($H_2 K Al_3 (Si O_4)_3$) พวกปอกแต่ ไมกาเป็นต้น ๒) ไมกาดำมีไบโอไทต์

(H, K)₂ (Mg, Fe)₂ (Al₂ (Si O₄)₃) พวกเหล็กแมกนีเซียมไมก้าเป็นต้น ไมก้าเกิดเป็นรูปผลึกหมู่โมโนคลินิกมีรูปผลึกแบนๆ, และมีมุมขอบเป็นรูป ๖ เหลี่ยม แต่ในหินมักเกิดเป็นเกล็ด, เป็นชิ้นเล็กๆ บางทีก็เป็นแผ่นโค้งงอ มีชั้นบางๆ วาวเหมือนกระจก ไมก้าทุกชนิดมีเป็นแผ่นบางๆซ้อนกันอยู่และอาจลอกออกจากกันได้เป็นแผ่นบางมาก และแผ่นนั้นย่อมงอได้ แต่เมื่อยกนิ้วที่กดให้งอออกแล้ว บ่มหายงอกลับไปอยู่ตามสภาพเดิม มีลักษณะใส, และเหนียว ชนิดขาวทนความร้อนได้มาก สีของไมก้ามีต่าง ๆ แล้วแต่ส่วนผสมของมัน ไมก้าขาว (มัสโคไวต์) สีขาวใส, ขาวเทา, บางทีเป็นสีเขียว ใบไม้อ่อนถึงสีน้ำตาลอ่อน, ไมก้าดำ (ไบโอไทต์) มีสีน้ำตาลแก่ และแก่มากจนดำ บางทีก็มีสีเขียวแก่ สีของไมก้านี้อาจทำให้หินที่มันเกิดอยู่ มีสีไปตามสีของมันด้วย ไมก้ามีความแข็งในเกณฑ์ระหว่าง ๒-๓, ตัดด้วยมีดได้ มีน้ำหนักเทียบกับน้ำ Sp. gr. 2. 7-3. 2 มีความวาวเหมือนกระจกหรือเหมือนมุกหรือเหมือนไหม

การเปลี่ยนแปลง มัสโคไวต์ทนทานต่อการผุพังมาก แต่ในที่สุดก็เปลี่ยนแปลงไปเป็นดิน

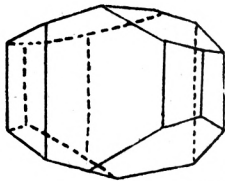
ไบโอไทต์มีแร่เหล็กอยู่ด้วย บ่มเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าและกลายเป็นแร่เหล็กและแร่คลอไรต์ หินที่มีแร่ไบโอไทต์อยู่ เช่นหินแกรนิตที่เขาทำกำแพงวังไกลกังวลสีขอมตก มีสีแดงสีเหลืองผ่านเป็นจุดๆ เป็นทางๆ นี่ก็เป็นเพราะเมื่อขุดหินมาใช้หาได้ขุดให้พ้นชั้นของหินผุไม่ จึงมีสีตกเร็วกว่าปกติ

กำเนิด แร่มัสโคไวต์และไบโอไทต์เป็นแร่ธรรมดาเกิดอยู่ในพวกหินอัคนี, หินแปรและหินชั้นเช่นหินทรายก็มี แร่มัสโคไวต์ในพวกหินอัคนี มีหินแกรนิต หินเบกมาไทต์ ในพวกหินแปร มีหินไนส์, หินชีสต์ แร่ไบโอไทต์มักมีในหินแกรนิต หินไดโอไรต์, หินแกบโบร, หินชีสต์และหินไนส์

แร่ไพรอกซีน

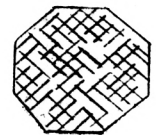
ไพรอกซีนเป็นแร่ชนิดหนึ่งซึ่งมีส่วนผสมเป็นเกลือของกรกเมทาซิลิซิก ($H_2 Si O_3$) มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่ที่สำคัญมีมากคือ ๑. เอนสตาไทต์ ($Mg Si O_3$) ๒. ไฮเปอสทีน ($Mg Fe$) $Si O_3$: ๓. ไคออปไซด์ ($Ca Mg (Si O_3)_2$) และมีเหล็ก (ferrous) นิดหน่อยหรือไม่เลย ๔. ออไกต์ซึ่งมีส่วนผสมซับซ้อนมาก พร้อมทั้งมีธาตุมีนาและเหล็ก (ferric) ด้วย.

ลักษณะ ไพรอกซีนมีรูปผลึกอยู่ในหมวดออโทโรมบิก, โมโนคลินิก, หรือ ตรีคลินิก แต่ย่อมมีรูปคล้ายกัน คือเป็นรูปปริซึมมุม ๘๗° และ ๙๓° สันเดียวครบ ๔ ถ้าตัดครึ่งจะมีรูปแปดเหลี่ยม (รูป ๕) เมื่อเกิดในหินอาจเกิดเป็นเม็ด ๆ ไพรอกซีนมีชั้นบาง ๆ สองทางตัดกันเป็นมุม ๘๗° ชั้นบาง ๆ นั้นขนานกับเหลี่ยม แข็งอยู่ในเกณฑ์



รูป ๔

๕-๖, Sp. gr. 3. 2-3. 6 สีต่าง ๆ ตามส่วนของเหล็กที่มีอยู่ ตั้งแต่ขาวถึงเทาและเขียวอ่อนในแร่เอนสตาไทต์และแร่ไคออปไซด์, น้ำตาลแก่และน้ำตาลปนเขียวในแร่ไฮเปอสทีน และสีเขียวต่าง ๆ จนถึงดำในแร่ออไกต์ วาวคล้ายกระจกหรือมันหรือเหมือนนกก



รูป ๕

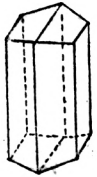
การเปลี่ยนแปลง เมื่อผุพังเปลี่ยนสภาพเป็นแร่นาคระสว (serpentine) และคลอไรต์ และมักจะปนเปื้อนกับแร่เหล็กและแร่คอปเปอร์

กำเนิด ไพรอกซีนจะพบได้ในหินอัคนีที่มีซิลิกาน้อยเช่น หิน บะซอลต์ (Basalt) หินแกรไฟต์ และหินบิวโรไทต์, มีบ้างเล็กน้อยในหินแปร และเกือบไม่พบเลยในพวกหินชน.

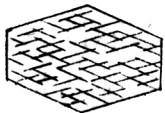
แร่แอมฟิไบต์

แร่แอมฟิไบต์ เป็นแร่ที่มีส่วนประกอบและลักษณะขนานกันกับแร่ไพรอกซีน คือเป็นเกลือของกรกเมทาซิลิซิกด้วยกัน แต่แร่แอมฟิไบต์มีเหลี่ยมและชั้นบาง ๆ (cleavage)

๑๒๕° และ ๕๕° แทนที่จะเป็น ๘๗° สำหรับภูฏาวยตาเปล่า แร่ที่สำคัญๆ ออกมี
๑ แร่เทรโมไลต์ ($\text{Ca Mg}_3 (\text{Si O}_3)_4$) ๒ แร่แอคทิโนไลต์ (Ca (Mg Fe)_3



รูป ๖



รูป ๗

(Si O_3)₄) และ ๓ แร่ซอนเบลนค์ ซึ่งซับซ้อนมาก มีส่วนประกอบรวมทั้งอะลูมิเนียม และเหล็กด้วย

ลักษณะ แร่แอมฟิโบลมีรูปผลึกในหมวดคอร์โทรอมบิก, โมโนคลินิก หรือตรีคลินิก จะเพาะหมวดโมโนคลินิก (รูป ๖) ง่ายกว่า มีชั้นบางๆ ตามด้านเหลี่ยม ๑๒๕° และ ๕๕° โดยปกติเป็นรูปยาว (รูป ๗) (ยาวกว่าไพรอกซีน) บางทีเป็นเส้นๆ หรือเป็นแท่ง และเป็นเม็ดๆ แข็งอยู่ในเกณฑ์ ๕-๖, Sp. gr. 2.9-3.5. สุกแล้วแต่จำนวนของเหล็กในแร่ นั้นๆ มีสีต่างๆ แล้วแต่สีของจำนวนเหล็กในแร่ นั้น มีสีขาว สีเทา ในแร่เทรโมไลต์ สีเขียวอ่อนในแร่แอคทิโนไลต์ สีเขียวแก่จนดำในแร่ซอนเบลนค์ วาวเหมือนกระจกและบนด้านที่มีชั้นบางๆ เหมือนมุกๆ แต่มักวาวคล้ายไหมในพวกที่เป็นเส้นๆ

การเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนแปลงเป็นแร่คลอไรต์, แร่ภาคกระสว, ตามธรรมชาติ มักมีแร่คาบอเนต, เซียวหนุมานและแร่เอพิโดต์ปนไปด้วย ในที่สุดเปลี่ยนเป็นเหล็ก เป็นปูนและเป็นเซียวหนุมาน

กำหนด แร่เทรโมไลต์และแอคทิโนไลต์ มักพบในหินแปร เช่นเทรโมไลต์ในหินอ่อน ในหินชีสต์ แร่ซอนเบลนค์ มักพบในหินอัคนีและหินแปร แร่ซอนเบลนค์ อาจเปลี่ยนมาจากแร่ไพรอกซีนได้

ทลค์

ลักษณะ ทลค์มีสูตรประกอบ $\text{H}_2 \text{ Mg}_3 (\text{Si O}_3)_4$ มักพบเป็นก้อนมีลักษณะโค้งหรือไม่มี และเป็นเส้นๆ สันฐานต่างๆ กันหลายชนิด

๑. ษะนิคเป็นกลีบมีสีเขียวอ่อนน้อย ๆ งามไปจนขาว เมื่อจับรู้สึกเย็น ๆ ใช้ในการ
ทำกระดาษ, ทำแป้งผัดหน้า อัดลงไปในผ้าเช่นผ้าเย็บ

๒. สติโคตหรือหินสะบู เป็นทลค์ษะนิคที่ไม่ไครวรสิทุธิ มีสีเขียวอ่อน ๆ เป็น
ก้อนกลุ่ม

ทลค์อาจแบ่งออก เป็นแผ่น ๆ ใต้ และแผ่นนั้นยังอใต้ แข็ง ในเกณท์ ๑
Sp. gr. 2. 6-2. 8 สีขาว, เขียวอ่อนหรือเทา วาวคล้ายมุกกลืนเหมือนสนุ

กำเหนิด ทลค์เปลี่ยนแปลงมาจากแร่แมกนิซิอัมซิลิเคตซึ่งไม่มีอะลมินิอัมเช่น แร่
โอลิวีน, เอนสตาไทต์, เทรโมไลต์ ฯลฯ อาจเปลี่ยนแปลงมาจากแร่ในหินอัคนีซึ่งไม่มีเขียว
หนุมาเช่น เปริโคไทต์และไพโรอกซีนไค และเป็นแร่ล้าคัญในหินแปร เช่นทลค์ซิลต์

แร่ภาคกระสวย (Serpentine)

ลักษณะ แร่ภาคกระสวยเกิดเป็นก้อนละเอียดหรือก้อนกลุ่ม บางทีก็เป็นเส้น ๆ
เส้นแร่ภาคกระสวยนี้โค้งไค้ และอาจฉีกออกเป็นเส้น ๆ ใต้ แร่ภาคกระสวยสามัญเป็น
ก้อนแน่น, ทึบ และมีสีเขียวต่าง ๆ ษะนิคที่เป็นเส้นเรียกว่าควิไลต์, เกิดเป็นเส้น
เป็นทางในแร่ภาคกระสวยสามัญ และใช้เป็นแอสเบสทอสในตลาด ษะนิคที่มีค่ามาก
เป็นอย่างแน่นอน, โปรง, แสงอ่อน สีเขียวอ่อนถึงเขียวแก่และมีก่อกันอยู่กับแร่แคลไซค์
หรือโคโลไมค์ ทำให้เป็นสีสลบ เรียกว่าหินอ่อนสีเขียวโบราณ (verd antique marble)
หรือ opicalcite สีของแร่ภาคกระสวยธรรมดาที่มีสีเขียวต่าง ๆ เหลือง, แดง, ดำ เป็น
เส้นคกโค้งไปมาและเป็นผ่น วาวคล้ายขผึ้ง, ษะนิคเป็นเส้นวาวเหมือนไหม เมื่อจับ
ต้องรู้สึกเย็นลื่น ๆ โปรงแสงน้อยจนทึบ แข็งอยู่ในเกณท์ ๔ แต่มากกว่าข้างน้อยกว่า
ข้าง Sp. gr. 2. 2-2. 7

กำเหนิด แร่ภาคกระสวย (serpentine) เป็นแร่ที่เปลี่ยนแปลงมาจากแร่อื่น ๆ ที่
เป็นแร่พวกแมกนิซิอัมซิลิเคต ใช้ในการประดับ อย่างหินอ่อน เรียกว่าหินลายศิลา.

แร่คลอไรต์

ลักษณะ แร่คลอไรต์ มีสารประกอบเป็นซิลิเกตของอะลูมิเนียม, เหล็กและแมกนีเซียมมาอยู่ด้วย คล้ายไมก้า และในหินเป็นเกล็ดเป็นแผ่นเล็กๆ และเป็นเกล็ดซ้อนๆ ลอกออกได้เป็นแผ่นเหนียว จับงอได้ แต่เมื่อปล่อยมือแล้วไม่กลับที่เดิมอย่างไมก้า สีเขียวต่าง ๆ อย่างสามัญสีเขียวแก่ วาวคล้ายกระจก และมักแข็งอยู่ในเกณฑ์ 1-2. 5 Sp. gr. 2. 65-2. 96

กำเนิด เกิดจากแร่ซิลิเกตของอะลูมิเนียม ที่มีเหล็กแมกนีเซียม เช่น ไพรอกซีน, แอมไฟโบลและไมก้า พบในหินอัคนี และ หินแปร, สีเขียวในหินต่าง ๆ เช่น หินอัคนีและหินแปรที่ไม่มีแร่เขียวหนึ่มนานเช่น หินบะซอลต์และหินชีสต์, หินชนวน โดยมากเนื่องมาจากสีของแร่คลอไรต์

หมวดออกไซด์

หมวดแร่ที่ออกซิเจน เช่น แร่เขียวหนึ่มนาน ควอตซ์ (Si O_2) แร่การุน (corundum) $\text{Al}_2 \text{O}_3$ และพวกแร่เหล็กต่าง ๆ มี แมกเนไทต์ ($\text{Fe}_3 \text{O}_4$) อิลเมนไนต์ (Fe Ti O_3) เฮมาไทต์ ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$) และแร่ลิโมไนต์ ($2 \text{Fe}_2 \text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2 \text{O}$)

ควอตซ์ (Quartz) เขียวหนึ่มนาน

ลักษณะ เขียวหนึ่มนาน มีรูปผลึกเป็นก้อนหกเหลี่ยม ปลายแหลมเป็นกรวยตามเหลี่ยม เมื่อเกิดอยู่ในแอ่งหรือเกิดเป็นก้อนผลึกเด่นในหินบางชนิด แต่โดยปกติที่เกิดในหินอัคนีมักเป็นเม็ดปราศจากผลึกหรือเป็นก้อน แร่นี้ไม่มีชั้นต่างๆ ทั้งแร่เฟลด์สปาร์ สีมีต่าง ๆ ตั้งแต่ใส ขาว ชื้นมัว จนทั่วทุกสี วาวคล้ายกระจกหรือเป็นมัน แข็งอยู่ในเกณฑ์ ๗ Sp. gr. 2. 66 โปร่งแสงไปจนถึงทึบ แคลซิโคน, พลินท์, เชิต และแจสเปอร์ เป็นพวก

ควอตซ์ในอโลหะเขต เชิดเป็นแร่ที่มักพบอยู่ในหินปูน และเป็นส่วนซึ่งไม่พึงประสงค์ หากจะใช้หินปูนนี้ในการก่อสร้างการเผาปูนและทำซีเมนต์ ควอตซ์เป็นแร่ที่ทนทานต่อการผุพังมาก เพียงแต่แตกละเอียดออกไปเป็นทรายเท่านั้น

กำเนิด ควอตซ์เป็นแร่ที่พบมาก และพบในหินทุกหมวด เป็นแร่ประจำในหินแกรนิตและหินอัคนีที่ต่อเนื่องกัน ในหินควอตไซต์ หินชีสต์ และหินไนส์ ในทราย และในหินทราย และเกิดเป็นแนวเป็นทางในหินต่าง ๆ เช่นหินที่ปะปนในหินแร่ต่าง ๆ

กากรุน (Corundum)

ลักษณะ กากรุน (Al_2O_3) เกิดเป็นก้อนผลึก หกเหลี่ยม และมักเรียงไปทางข้างและปลาย แต่ในหินมักเกิดเป็นเม็ดและเป็นก้อน ๆ ปราศจากการผลึก อาจแยกได้เป็นแว่นตั้งแต่ต้นจนปลาย แข็งอยู่ในเกณฑ์ ๘ คือแข็งต่อจากเพชร Sp. gr. 4. วาวคล้ายเพชรหรือคล้ายกระจก ที่พบในหิน มักมีสีเทา, เทาแกมคราม หรือสีควิน ชุ่มหรือทึบ เป็นแร่ที่ทนทานต่อการผุพัง เอมัว เป็นกากรุนชนิดเม็ดละเอียด เป็นทรายปนอยู่กับแร่อื่น เช่น แร่แม่เหล็ก ทั้งสองชนิดนี้ใช้ทำผงสำหรับฝนของแข็งต่างๆ ชนิดที่มีสีงามมีค่าใช้เป็นอัญมณีเช่นทับทิม นิล

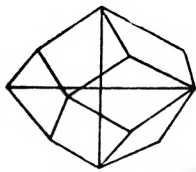
กำเนิด มักพบอยู่ในหินไลอไนต์และเปริโตไตต์ ในหินชีสต์และหินปูนที่ถูกแปร และพบในแหล่งที่หินอัคนีติดต่อกับหินเก่าที่แทรกขึ้นมา

แร่เหล็ก

แร่เหล็กที่เกิดประกอบเป็นหินมี แร่แม่เหล็ก แร่โอลิเมไนต์ แร่เฮมาไทต์ และแร่ลิโมนไนต์ แร่เหล็กพวกนี้เกิดอยู่ประปรายในหินไม่เป็นแร่สำคัญ แต่อาจเกิดเป็นแหล่งใหญ่พอคุ้มค่าทางพาณิชย์การ และเป็นสินแร่เหล็กของโลหะเหล็ก

แร่แม่เหล็ก (Magnetite) แร่เหล็กสีดำ

ลักษณะ แร่แม่เหล็กเกิดเป็นก้อนผลึกในหมวด Isometric มีรูปอัฐมุขและทวาร
ทศมุข (รูป ๘) บางครั้งก็เกิดเป็นเม็ดปราคจากกรอบ้าง cleavage ไม่เห็นชัด ก้อน
แร่และผงมีสีดำ, วาวคล้ายโลหะ ทึบแสง ดึงแม่เหล็ก



รูป ๘

แรงมาก แข็งอยู่ในเกณฑ์ ๕.๕—๖.๕ Sp. gr. ๕.๑๗.
อาจเปลี่ยนแปลงเป็นแร่เฮมาไทต์และลิโมนาइटได้

กำเนิด แร่แม่เหล็กเป็นแร่ที่มักพบทั้งในหินอัคนี
หินแปรและหินชั้น แร่นี้ไม่นำรังเกียจ ในการนำหิน
ไปใช้สำหรับในการก่อสร้าง นอกจากจะใช้ในการไฟฟ้า
ซึ่งอาจให้โทษได้

แร่อิลเมนไนต์ (Ilmenite)

ลักษณะ รูปผลึกของแร่ชนิดนี้ไม่มีใครจะพบในหิน โดยมากมักพบเป็นเม็ดๆ และ
เป็นก้อน บางทีเป็นแผ่นบางๆ cleavage การเป็นชั้นบางๆ ของแร่เห็นได้ไม่ชัด แข็งอยู่
ในเกณฑ์ ๕—๖ Sp. gr. 4.3—5.5 ทึบแสง, วาวคล้ายโลหะ สีและสีของผงละเอียดมีสีดำ
ดึกแม่เหล็กเล็กน้อย น้ำกรดไม่กัด และหลอมตามธรรมชาติไม่ละลาย

กำเนิด แร่อิลเมนไนต์เป็นแร่ประกอบสามัญในหินอัคนี และ หินแปร คล้ายกับแร่
แม่เหล็ก เกือบจะจะไม่ออกจากแร่แม่เหล็ก (นอกจากแร่แม่เหล็ก ดึกแม่เหล็กแรง
กว่า) โดยมากมักพบในหินแกรนิต ใช้เป็นสินแร่ของโลหะ titanium ในการทำ
เหล็กผสม ferro-titanium

แร่เฮมาไทต์ (Hematite) แร่เหล็กสีแดง

ลักษณะ แร่เฮมาไทต์ (Fe_2O_3) เกิดเป็นก้อนผลึกรูปขนนกแบบอื่นๆ แต่

พบน้อย มักพบเป็นแผ่นบาง ๆ หรือเป็นเม็ดแดง ๆ เมื่อเป็นแผ่นบาง ๆ คุกด้วยแร้วไม่ทำเป็นเม็ดและเป็นก้อนกลุ่ม สีเป็นสีเทาเหลือง, สีดำ วาวคล้ายโลหะ ส่วนที่เกิดเป็นสีแดงมักพบเป็นก้อน เป็นเม็ดเนือละเอียดแน่น บางทีเป็นเม็ดกลม ๆ และเป็นดินสีแดงเข้ม แลดูเหมือนดิน สีของผงละเอียดมีสีแดงเข้ม แข็งอยู่ในเกณฑ์ 5.5-6.5 Sp. gr. 4.8-5.3 ทบแสง มักเปลี่ยนเป็นแร้ลิโมนไนต์ เมื่ออมน้ำเข้าไว้

กำหนด แร่เฮมาไทต์เป็นแร่ที่พบทั้งในหินอัคนี, หินแปรและหินชั้น เป็นสินแร่ของเหล็ก

แร่ลิโมนไนต์ (Limonite) แร่เหล็กสีเหลือง

ลักษณะ แร่ลิโมนไนต์ ($2 \text{Fe}_2 \text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2 \text{O}$) ไม่เกิดเป็นก้อนผลึกแต่เกิดเป็นก้อนคล้ายดิน, เป็นรูปหินน้ำอ้อย เป็นเส้น ๆ หรือเคลือบเป็นชั้นหรือเป็นก้อน เนือละเอียดแน่น ไม่มี cleavage โดยปกติค้ำ, หรือคล้ายดิน, อย่างเป็นเส้นมันคล้ายไหม สีน้ำตาลหรือสีเหลืองปนน้ำตาล สีของผงละเอียดน้ำตาลปนเหลือง แข็งอยู่ในเกณฑ์ 5 Sp. gr. 3.6-4

กำหนด ลิโมนไนต์เป็นแร่ชั้นโทเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของแร่อื่น ๆ ที่สารประกอบมีส่วนเหล็กผสมอยู่ด้วย มักพบในหินอัคนีและหินแปรซึ่งเปลี่ยนแปลงมาจากแร่ไพไรต์ (FeS_2) ในหินนั้น ๆ บางครั้งภายนอกพบแร่ลิโมนไนต์ แต่ภายในยังคงเป็นแร่ไพไรต์อยู่ เมื่อเปลี่ยนเป็นแร่ลิโมนไนต์ไปแล้ว อาจถูกน้ำชะล้างพาให้ไหลไปนอนเป็นตะกอนแล้วแข็งเข้าเป็นก้อน พรุน ๆ หรือเป็นเม็ดเป็นดินเหลือง ตามกันบ่อยถึงหน้าพาไปจึงไว้ โดยปกติให้สีเหลืองแก่ดินเหลือง และหินเหลืองต่าง ๆ บางทีก็เป็นเชื้อประสานเม็ดหินให้ติดกันเป็นก้อน ถ้ามีมากก็ใช้เป็นสินแร่เหล็กได้ติดต่อจากแร่เฮมาไทต์ไป

หมวดคาร์บอเนต

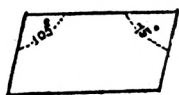
พวกแร่ที่มีสารประกอบของธาตุคาร์บอนที่มีแร่แคลไซต์, โดโลไมต์, และแร่ซีเทอไรต์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงมาจากแร่ดิน ๆ อาจเกิดเป็นหิน หรือถูกน้ำที่คาบองไดออกไซด์ละลายไหลพาไปในทะเลในทะเลสาบ แล้วกลายเป็นหินปูนไป

แร่แคลไซต์ (Calcite)

ลักษณะ แร่แคลไซต์ (Ca CO_3) เป็นแร่ที่มีอยู่ทั่วไป เกิดเป็นก้อนผลึกรูปขนมเปียกปูน (รูป ๘) มักพบเป็นเม็ดหยาบเม็ดละเอียดในหินอ่อนเป็นชั้นเนื้อแน่นในหินปูน, เป็นชั้นนูนและคล้ายหินในซอล์ก เป็นชั้นหินน้ำย่อยในถ้ำเขาหินปูน เป็นชั้นบาง ๆ (cleavage) ตัดกันเป็นก้อนขนมเปียกปูนมุม 75° และ 105° (รูป ๑๐) แข็งอยู่ในเกณฑ์ ๓ Sp gr. 2. 72, สีขาว, แต่เมื่อมีธาตุอื่นผสมมักมีสีต่าง ๆ, วาวคล้ายกระจกและคล้ายหิน, โปร่งแสงจนถึงโปร่งสลัวและเมื่อไม่บริสุทธิ์มาก ทึบแสง ก้อนโปร่งแสงจะแลเห็นเงาสองเงา (double refracter)



รูป ๘



รูป ๑๐

กำเนิด แร่แคลไซต์เป็นแร่ที่มีอยู่ตามหินในพวกหินปูน และหินแปร ในซอล์ก ในปูนกบิ้ง ในกากปูน ในถ้ำ และหินอ่อนเป็นแร่ชนิดที่เกือบทั้งแท่งเกิดเป็นทางในหินอ่อน ที่มีส่วนประกอบเป็นปูนซิลิเกต, เมื่อถูกน้ำกรวดอ่อน ๆ เกิดเป็นฟอง

โดโลไมต์ (Dolomite)

ลักษณะ แร่โดโลไมต์ ($\text{Ca Mg (CO}_3)_2$) คล้ายแร่แคลไซต์ เกิดเป็นรูปขนมเปียกปูนแต่มีด้านโค้งเล็กน้อย แต่ในหินมักพบเป็นก้อน, หรือเป็นเม็ดผลึกเล็ก ๆ เช่น

ในหินอ่อนมีชั้นบาง ๆ (cleavage) ตัดกันสามทาง ทำให้แตกออกเป็นก้อนชนมเขี่ยก้อน มีมุม 74° และ 106° แข็งอยู่ในเกณฑ์ 3.5-4. Sp. gr. 2.85 สีต่าง ๆ แล้วแต่ธาตุที่มาเจือปน แต่มีสีขาว ชมพู, และเทา วาวคล้ายกระจกหรือหอยมุกก็

กำเนิด มักพบในหินชั้นและหินแปรเช่นหินปูนและหินอ่อน มักพบคละปะปนอยู่กับแร่แคลไซต์เป็นส่วนต่าง ๆ กัน, ผิดกับแร่แคลไซต์ในการที่ถูกรกรวออื่น ๆ เมื่อเย็นไม่แตกเป็นฟอง

แร่ดีเทอไรต์ (Siderite)

ลักษณะ แร่ดีเทอไรต์ (Fe CO_3) มีรูปผลึกเป็นก้อนชนมเขี่ยก้อน แต่มีกพบเป็นชั้นบ้าง ๆ หรือเป็นเม็ด ๆ คล้ายหินหรือเคลือบเป็นชั้น ๆ แข็งอยู่ในเกณฑ์ 3.5-4 Sp. gr. 3.8 มักมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ จนน้ำตาลแก่ บางทีมีสีดำเนื่องจากมีถ่านเจือปน, วาวคล้ายกระจกจนถึงคล้ายมุกก็ เมื่อผผังอาจเปลี่ยนเป็นเรติไมไนต์ และเปลี่ยนเป็นแร่เฮมาไทต์ และแร่แม่เหล็ก ถ้าเปลี่ยนเมื่ออยู่ลึก ๆ ลงไป

กำเนิด มักพบอยู่กับหินที่เป็นพวกหินแร่คาร์บอนเนต, และเคลือบเป็นชั้น ๆ ป็นกับหินในพวกหินเหล็ก (Iron stone) และอยู่เป็นชั้นซับซ้อนกับหิน บางแห่งเกิดเป็นแร่เหล็กชนิดเดียว

พวกสารประกอบซิลิเฟต

แร่พวกนี้เห็นแร่ชั้นสอง เปลี่ยนแปลงมาจากแร่อื่น และอาจละลายไหลไปอยู่ในทะเลและทะเลสาบ เมื่อน้ำกลายเป็นไอไปจากนั้นกันเป็นแผ่นเป็นแท่งใด ๆ ที่มีมากมีอยู่สองอย่างคือจับกับแอนไฮไดรต์

ยิปซัม (Gypsum) แก้วเกล็ด

ลักษณะ ยิปซัม ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) บางครั้งพบเป็นก้อนผลึก (รูป ๑๑) แต่



รูป ๑๑

ในหินพบเป็นแผ่นซ้อน ๆ กัน มีหน้าโค้งเล็กน้อย บางครั้งก็เป็นเม็ดและบางครั้งก็มียื่นเส้น ๆ อยู่ในก้อน ชนิดที่เป็นก้อนผลึกเรียกว่า เกล็ดในศัพท์: ชนิดที่เป็นเส้นเรียกว่า หินกำมะหยี่ (satin spar) ชนิดที่เป็นเม็ดละเอียดเรียกว่า อะละบัสเตอร์ ยิปซัมโดยมากเป็นก้อนเป็นแท่ง, เป็นเม็ด ๆ หรือคล้ายดิน, แต่มักไม่ค่อยบริสุทธิ์ ยิปซัมมีชั้นบาง ๆ (cleavage) ซึ่งลอกออกได้เป็นแผ่นอยู่ทางคานแบนและมีชั้นบาง ๆ อีกทางหนึ่งแต่ลอกไม่ได้ แข็งอยู่ในเกณฑ์ 1.5-2 Sp. gr. 2.32, สีใสหรือขาวแต่มักมีสีต่าง ๆ เนื่องจากมีสิ่งเจือปน วาวคล้ายกระจก, คล้ายไหมหรือคล้ายมุกต์ โปรงแสงจนโปรงแสงอ่อน, และทึบ

กำเนิด เกิดเป็นแผ่นใหญ่บ้างเล็กบ้างและเป็นเกล็ด แฉกอยู่ในหินชั้นเช่นหินปูนและหินเหนียว อาจเกิดเพราะน้ำในแข็งหรือในทะเลสาบแห้งไป, ในหินดินดานและหินเหนียว บางแห่งก็พบก้อนผลึกของยิปซัม บางครั้งก็พบเป็นสายเป็นทาง อยู่ปะปนกับแร่แอนไฮไดรต์ และหินเกลือ ใช้ทำปูน (Plaster) ทำแม่พิมพ์, ทำหุ่น ฯลฯ

แร่แอนไฮไดรต์ (Anhydrite)

ลักษณะ แอนไฮไดรต์ (Ca SO_4) ไม่ค่อยพบเป็นก้อนผลึก แต่มักพบในหินเป็นเม็ดละเอียดหรือเป็นก้อนเนื้อแน่น และบางครั้งพบเป็นแผ่นบาง ๆ และเป็นแผ่นมีเป็นเส้น ๆ มีเป็นชั้นบาง ๆ ติดกันสามทางเป็นมุมฉาก แข็งอยู่ในเกณฑ์ 3.3-3.5 Sp. gr. 2.95 สีคล้ายกับยิปซัม วาวคล้ายมุกต์

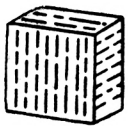
กำเนิด เกิดเป็นชั้นเป็นเลนซ์และเป็นเส้นในหินชั้น มักพบคละปะปนกับแร่ยิปซัม และหินเกลือ

พวกสารประกอบซัลไฟด์

พวกสารประกอบซัลไฟด์นี้เป็นพวกสินแร่ส่วนใหญ่ แต่ที่พบอยู่ในหินมีแร่ไพไรต์ อย่างเดียว เมื่ออยู่ในหินที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง ถ้ามีเป็นจำนวนมากเป็นอันตรายแก่หิน มาก เพราะมันผุพังเปลี่ยนสภาพได้ง่าย ทำให้หินต่างเป็นทางแฉกทางหลอ้ง และนอกจากนี้ยังกลายเป็นกรดกำมะถัน ซึ่งอาจกัดหินให้ผุพังได้อีกด้วย

แร่ไพไรต์ (Pyrite)

ลักษณะ แร่ไพไรต์ (FeS_2) เกิดเป็นก้อนผลึกสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ (รูป ๑๒)

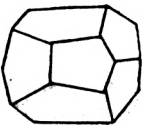


รูป/๑๒

หรือก้อนผลึกมีคานขรุขระ (รูป ๑๓) และบางครั้งเป็นเม็ด เป็นก้อนปราศจากรูปใด ๆ ไม่มีชั้นบาง ๆ cleavage แข็งอยู่ในเกณฑ์ 6-6.5

Sp. gr. 4.95-5.10 สีทองเหลือง เมื่อทิ้งไว้ข้างเป็นผา วาวเป็นสีโลหะ

ทองเหลือง ผงละเอียดมีสีดำเขียว ๆ ทึบแสง



รูป/๑๓

การเปลี่ยนแปลง แร่ไพไรต์เมื่อถูกอากาศเปลี่ยนแปลงเป็นแร่ลิโมไนต์ เนื่องจากเหตุนี้หินที่ใช้ในการก่อสร้างหรือเครื่องประดับตกแต่งไม่ควรให้มีแร่ (มากนัก)

กำเนิด มักพบอยู่ทั้งในหินอัคนี, หินแปรและหินชั้นและในขุมนสินแร่ต่างๆ มีประโยชน์เฉพาะในการทำกรดกำมะถัน

หินและการสัมพันธ์กับการวิศวกรรม

การรู้จักหินสามัญที่มีอยู่ทั่วไปในประเทศ, และแร่ต่างๆ ซึ่งประกอบขึ้นเป็นหินนั้น ๆ พร้อมทั้งรูปร่างลักษณะพื้นฐาน, การเกิดขึ้นและการเป็นอยู่ เป็นการจำเป็นสำหรับวิศวกรอย่างไร จะชี้แจงได้สั้น ๆ ดังต่อไปนี้

๑. หินหลายอย่างมีประโยชน์ต่าง ๆ กันในการก่อสร้าง และในการนำมาใช้ทำถนน
๒. หินต่าง ๆ มีคุณสมบัติแตกต่างกันในทางทนทานต่อการผุพังจากหินฟ้าอากาศ
๓. หินต่าง ๆ มีความแข็งอ่อนต่าง ๆ กันในการเจาะระเบิดขุดมาใช้ซึ่งเห็นเหตุทำให้ค่าแรงค่าขุดถูกแพงกว่ากันมาก

๔. หินต่าง ๆ ย่อมมีพื้นฐานเป็นเม็ด, เป็นก้อน เป็นแท่ง เป็นแผ่นต่าง ๆ กัน ซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาในการขุดถม, ทำการขุดหิน, การทรงตัวในทางที่ตัดผ่านเข้าไปตามไหล่เขา, ในการทำถนนกันน้ำ และในการทำที่เก็บน้ำต่าง ๆ

คำว่า “หิน” ในทางธรณีวิทยาหมายถึงสิ่งซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นส่วนสำคัญของผิวโลกรวมทั้งก้อนที่ยังมิได้ประสานกันแน่น เช่น ทราย กรวด ดิน และ “เถ้า” ที่พ่นออกจากภูเขาไฟ ตลอดจนกระทั่งฟักเก่าใหม่ของหิน แกรนิต, หินทราย หินปูน ฯลฯ หินโดยมากประกอบขึ้นด้วยแร่อย่างเดี่ยวหรือหลายอย่าง มีบางชนิดที่ประกอบด้วยแก้วกระจุกรวมชาติ หรือส่วนผสมของแก้วกระจุกกับแร่ บางอย่างประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ หรือประกอบด้วยแร่กับอินทรีย์วัตถุ อาจเป็นหินชนิดง่ายคือประกอบด้วยแร่ชนิดเดียว เช่น หินอ่อนประกอบด้วยแร่แคลไซต์, หรือหินควอตไซต์ ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ หรืออาจเป็นหินซึ่งประกอบด้วยแร่หลายอย่าง เช่นหินแกรนิตซึ่งประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาร์, แร่ควอตซ์ และแร่ไมก้า

ชื่อของหินมักเรียกกันหลวม ๆ หากจะทำการจำแนกหิน ชื่อหิน ผู้รับเหมาจำ

เป็นทั้งคำนึงถึงชนิดหิน ถ้าเรียกไม่ตรงกันแล้ว อาจนำมาซึ่งความยุ่งยากภายหลังได้ต่าง ๆ

ข้อความที่ควรจำก่อนในการพิจารณาหินมีลักษณะดังจะกล่าวต่อไปนี้

๑. กำหนดหรือการสัมพันธ์ทางธรณีวิทยา
๒. ส่วนผสมหรือลักษณะของแร่ที่มาประกอบเป็นหิน
๓. เนื้อหยาบเนื้อละเอียด ลักษณะเป็นเม็ดชนิดไหน
๔. โครงสร้างตัวของหิน เป็นแผ่นเป็นแท่ง เป็นทางอย่างไร

ชนิดของหิน การจำแนกแยกชนิดของหิน แบ่งแยกกันหลาย อย่างหลายประการ แต่สำหรับวิศวกรรมควรแบ่งออกให้ง่ายสะดวกตามต้นเค้าของหิน แบ่งออกเป็นสามพวกดังนี้

๑. หินอัคนี (Igneous Rocks) เป็นหินก้อนแข็งตัวมาจาก molten magma ซึ่งหลอมละลายตัว ไหลมาจากภายในของโลก

๒. หินชั้น (Sedimentary หรือ Stratified Rocks) เป็นหินที่เกิดมาจากมูลดิน มูลทราย กรวด ซึ่งนำพามาจากหินซึ่งเกิดอยู่ก่อนแล้ว ผุพังโดยการกระทบ, กระแทก, แยก, แยก, หรือโดยละลาย, เปลี่ยนสภาพทางเคมี หรือโดยการทำลายหรือเกิดจากสิ่งซึ่งมีชีวิต เช่น สัตว์ ต้นไม้ และในพวกนี้รวมพวกหินที่เกิดจากฝุ่นละอองที่ลมพัดพาไปตกสะสมไว้ด้วย

๓. หินแปร (Metamorphic Rocks) เป็นหินซึ่งเปลี่ยนสภาพมาจากหินอัคนีหรือหินชั้น เนื่องในการเคลื่อนไหวของโลก ความร้อนและของเหลว (มีน้ำเป็นส่วนใหญ่)

หินอัคนี (Igneous Rocks)

หินอัคนี เมื่อท่อยออกมาใหม่ และไม่ผุพัง ย่อมมีลักษณะบางอย่างแตกต่างไปจากหินชั้นและหินแปร เมื่อไปพบในที่ ๆ มันอยู่ว่ามีรูปร่างเป็นเทือกเป็นแนวอย่างไร เช่น

เป็นแนวคล้ายกำแพงตั้งอยู่ ก็อาจบอกได้ทันทีว่า นั่นเป็นหินอัคนี หากหินนั้นมีลักษณะ เป็นแก้วกระจุก หรือมีแร่บางชนิดซึ่งเย็นเร็วกว่าหินอัคนีแล้ว ก็รู้ได้เช่นเดียวกัน เนื้อหินและรูปเม็ดแร่ในหินก็จะเป็นเครื่องชี้ให้รู้ถึงหินอัคนีได้

หินอัคนีนั้นเกิดขึ้นด้วยการแข็งตัวของสิ่งซึ่งหลอมละลายตัว ขึ้นมาจากภายในโลก อันกำหนดความลึกยังไม่ได้ ด้วยการเคลื่อนไหวความบีบอัดของโลก ทำให้สิ่งซึ่ง หลอมละลายตัวนั้นพุ่งขึ้นมาข้างบน ผ่านหินชนิดอื่น ๆ บางครั้งอาจถูกกักกันไว้ ขึ้นมา ไม่ถึงพื้นผิวดินแล้วคายความร้อนออก และแข็งตัวภายในหินที่ห่อหุ้มอยู่ หรือบาง ครั้งอาจออกขึ้นมาถึงข้างบน แล้วไปเย็นผิวดิน คายความร้อนออก แล้วแข็งตัวเป็นหินแข็ง ชนิดที่ผ่านมาไม่ถึงพื้นดินเรียกว่า ชนิดแทรกหรือที่อยู่ลึก (Intrusive or plutonic) ชนิดที่ขึ้นมาเย็นผิวดินเรียกว่า ชนิดออกขึ้นมาเย็นผิวดิน (Extrusive or volcanic) หรือ หิน ภูเขาไฟ และชนิดหนึ่ง ๆ ก็ยังแบ่งแยกไปอีกอีก

ชนิดแทรกหรือที่อยู่ลึก

รูปของหินแทรก หินอัคนีที่แทรกมีรูปเมื่อแลเห็นแล้วย่อมรู้ได้ ดังนาคือ dikes เป็นแนวกำแพง, sills หรือ sheets เป็นแผ่น, necks เป็นคอหรือคอก, laccoliths เป็น โคนกแทรก, stocks เป็นโคนใหญ่ และ batholiths เทือกเขา

แนวกำแพง (dikes) เกิดขึ้นจากสิ่งซึ่งหลอมละลายตัวจากภายในใต้แทรกเข้าไป ขังอยู่ในระวางรอยร้าวรอยแยกของหินอื่น และคายความร้อนออก, เย็น, แข็งตัว, มีความยาวเป็นทางไปมากกว่าความกว้าง อาจกว้างขึ้นเล็กน้อยเพียงเศษของเมตร จนกว้าง หลายเมตรและยาวหลายสิบลี้เมตรไปจนหลาย ก.ม. มักตั้ง เกือบตรงหรือตรง เป็น กำแพง โดยมากมักสืบเนื่องมาจากเทือกใหญ่ ๆ แต่แลเห็นไม่ได้ หินของ dike ที่หนามาก ๆ มักมีเนื้อละเอียดอยู่ตอนริม และตอนกลางมีเนื้อหยาบกว่า ถ้าเป็น dike บางมีเนื้อ ละเอียดตลอดแผ่น

ถ้าหินของ dike ทนทานต่อการผุพังมากกว่าหินทั้งสองข้าง dike นั้นก็จะตั้งเป็นกำแพง ถ้าหินของ dike ทนทานได้น้อยกว่าหินทั้งสองข้างที่ ๆ dike เกิดก็จะเห็นเป็นคลื่นลงไป บางครั้งก็เห็นแต่หินของ dike กลิ้งเกลื่อนอยู่บนหินอื่น ๆ เป็นทางไป และมีเศษฝังอยู่ในหินข้างเคียง จะแลเห็นตัวอย่างที่ทะเลมชิมล่าสังขลา และแหลมขาวศรีราชา และที่ไต่ถ่านหินของแก๊วหัวหิน

แผ่นแทรก (Sills หรือ Sheets) เป็นแผ่นหินแข็งตัวจากสิ่งซึ่งหลอมละลายตัวแทรกเข้าไปในระหว่างปลอกของหินชั้น หรือในระหว่างแผ่นของหินแปร ดูเหมือนเป็นปลอกอีกปลอกหนึ่งของหินชั้น แผ่นแทรกนี้จะทราบได้โดยกว้างยาวมากกว่าหนา อาจหนาตั้งแต่ ๒๐ ซม. ถึงหลายสิบเมตร และมีเนื้อที่หลายตาราง ก.ม.

โคกแทรก (Laccoliths) คล้ายกับแผ่นแทรก แต่การไหลแทรกไปนั้นช้ากว่า จำนวนสิ่งซึ่งหลอมละลายตัวคืบคลานมา จึงนูนสูงขึ้นเป็นโคก และในเวลาเดียวกันอาจมีแผ่นแทรก และแนวกำแพงแทรกต่อเนื่องกันด้วย เมื่อมีโคกแทรกเข้ามาภายในพื้นดินข้างบนก็ย่อมสูงขึ้นเป็นโคกขึ้นไปด้วย และเมื่อพื้นดินหินที่ขยับอยู่ข้างบนผุพังทำลายไปก็เปิดให้เห็นโคกหินอันนี้

คอหรือคอ (Necks) เป็นแท่งหินกลมตั้งอยู่คอกอ เกิดจากสิ่งซึ่งหลอมละลายตัวคลานมาตามปล่องภูเขาไฟ เหลือค้างซึ่งอยู่แล้วคายความร้อน แข็งตัวเป็นหินอยู่ทน เมื่อหินที่ล้อมรอบผุพังทำลายไปหมดก็เหลือคอหินอันนี้ตั้งอยู่

โคกใหญ่ (stocks หรือ boss) เป็นแท่งหินใหญ่คล้ายโคก แต่ใหญ่กว่าโคก ตั้งหลายสิบเท่า โคกตั้งแต่ ๑๐๐ ม. ขึ้นไปถึงหลาย ก.ม. แทรกขึ้นมาจากภายในลึกมาก เมื่อขณะหลอมตัวละลายร้อนอยู่ แล้วเย็นแข็งอยู่ใต้ผิวโลก เมื่อขึ้นอยู่ที่สูงแลกลงมา จะเห็นเป็นรูปกลม หรือกลมรี ตั้งเขาที่สันนามกอล์ฟหัวหิน

หินอันนี้ที่โผล่แทรกขึ้นมาโดยขยับคืบคลานเป็นหินแข็ง ทนทานกว่า หินที่ปกคลุมอยู่ ฉะนั้นเมื่อถูกฝนชะล้างหินที่ปกคลุมล่อยิ่งพังไปหมดสิ้น เหลือแท่งหินอันนี้ตั้งเป็นเขา บางแห่งสูงกว่า ๒๐๐--๓๐๐ ม. ขึ้นไป

เทือกเขา (Batholiths) เทือกเขานี้จะพวงงายๆ คือ โคกใหญ่ โคนน้อยหลาย ๆ โคนรวมกันเข้าตั้งเทือกเขาจากราชบุรีไปหัวหินนั้น

ชนิดของหินที่ขึ้นมาจากปล่องภูเขาไฟ หรือหินภูเขาไฟ

๑) เป็นหินที่ขึ้นมาจากปล่องภูเขาไฟหรือตามรอยร้าว, รอยแยกของแผ่นดิน แล้วไหลท่วมไปในที่ต่าง ๆ เรียกว่าการไหลของ lava และเมื่อออกเป็นแผ่น

๒) เป็นหินที่ระเบิดออกจากปล่องภูเขาไฟ ที่ละเอียดเรียกว่า tuffs ที่หายากเรียกว่า หินแตกของภูเขาไฟ (volcanic breccias) ทั้งสองอย่างนี้อาจเกิดขึ้นสลับกันเป็นชั้น ๆ ได้ คือเมื่อระเบิดออกคราวแรกก็เป็นชั้นแรก และ lava flow ก็ไหลทับลงไปพอสิ้นความอัดความดันก็หยุดไหลกลายเป็นแท่งอยู่ปล่องอยู่ เมื่อความอัดเกิดขึ้นใหม่ก็ระเบิดออกไปใหม่ ซ้ำซ้อนกับ lava flows

เนื้อของหินอัคนี

เนื้อของหินอัคนีหมายถึงเม็ดของแร่ต่าง ๆ ที่มาประกอบกันขึ้นเป็นหิน หินบางชนิดเนื้อหายา ประกอบด้วยแร่เม็ดโต แลเห็นด้วยตาเปล่าได้ บางอย่างเนื้อละเอียดจนไม่เห็นเม็ดแร่ ซึ่งแสดงถึงสภาพความเย็นเร็ว เย็นช้า ดังนั้นหรือลึกลงไปใต้ดินเพียงใด

การจัดหินสำหรับศึกษาเปลวไฟที่แบ่งออกเป็นดังนี้คือ ๑. เนื้อกระจุก ๒. เนื้อละเอียด ๓. เนื้อเป็นดอก ๔. เนื้อเป็นเม็ด ๕. เนื้อมีรูปเป็นชั้น ๆ ๖. เนื้อพรุน

เนื้อแก้วกระจุก เมื่อดังซึ่งหลอมละลายตัวเย็นเร็ว ก็แข็งตัวเป็นแก้ว หินเช่นนี้ไม่แสดงให้เห็นเม็ดแร่เลย และกลายเป็นแก้ว เช่นหินแก้ว (กระจุก) obsidian, และหินแก้วเคลือบ pitchstone, และแก้วบางชนิดเช่น pumice หินฟองน้ำ มีรูปเป็นแก้วพรุนไปทั้งแท่ง จนลอยน้ำได้ รพูนนี้เกิดจากไอน้ำที่ออกจากหินเมื่อยังมีอุณหภูมิสูงอยู่

เนื้อละเอียด มีลักษณะตรงกันเป็นก้อนผลึกเล็กละเอียด เล็กเกินกว่าที่จะรู้จักว่าแร่อะไรบ้าง เมื่อคว่ำตาเปล่า เป็นลายเรียบและดูเป็นพื้นเดียว แต่ไม่ถึงกับเป็นแก้วเช่นหิน felsite กับหิน basalts

เนื้อเป็นดอก ปรากฏเป็นก้อนแร่ เป็นดอกจก ๆ โดพอรู้จักว่าเป็นแร่อะไร ผั่งอยู่ในเนื้อหินละเอียดหรือในเนื้อหินแก้ว เนื้อชนิดนี้มากในพวกหิน lava หินในกำแพงแทรก หินในแผ่นแทรก และในโคกแทรก บางครั้งก็พบในหินแกรนิต

เนื้อเป็นเม็ด มีรูปเป็นเม็ดก้อนแร่รู้จักได้ง่าย ขนาดเม็ดโตปาน ๆ กัน แข็งแยกออกได้เป็นสามพวก

๑. เม็ดเล็ก ขนาดเม็ดโต ๑ ม.ม. ลงไป
๒. เม็ดหยาบ ขนาดเม็ดโต ๑—๕ ม.ม.
๓. เม็ดโต ขนาดเม็ดโตกว่า ๕ ม.ม.

เนื้อมีรูปเป็นชั้น หินพวกนี้มักเป็นหินที่เกิดจากเศษหินที่ภูเขาไฟระเบิดออกไปสะสมอยู่ หรือเป็นหินที่แตกกระจายมาจากภูเขา มาเกาะกันเป็นแท่งใกล้ ๆ กันเท่านั้น

เนื้อพรุน หินพวกนี้มักพรุนเป็นรูแบบ เป็นเส้น ๆ หรือพองเป็นฟองเกิดจากภูเขาไฟ เมื่อสิ่งซึ่งหลอมละลายไหลผ่านช่องเขาไฟขึ้นมาและไหลผ่านไป ความกดดันยัดยอกลดลง แก๊สและน้ำที่ขังภายในก็ดันออก และหินนั้นก็เลยเห็นช่องว่างเป็นรู ไม่ทันจะเกาะกันให้แน่นจึงเกิด

การแบ่งชนิดของหินอัคนี

สำหรับนายช่างวิศวกรรม ควรแบ่งชนิดหินอัคนีออกเป็นอย่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะและคุณสมบัติที่เห็นได้โดยตา ซึ่งเหมาะในทางปฏิบัติ มีกฎเกณฑ์ตามลักษณะของหินเนื้อหินและแร่ที่มีอยู่ในหิน ดังบัญชีต่อไปนี้

ก. เป็นเม็ด ๆ รู้จักแร่เม็ดหนึ่ง ๆ (พวกหินแทรก)

๑. หินที่มีแร่เฟลด์สป้า, สัฟง,		๒. แร่เหล็กปนแมกนีเซียม สัฟงหรือคำ		
	มีเขียวหนาม	ไม่มีเขียวหนาม	มีเฟลด์สป้า	ไม่มีเฟลด์สป้าเลย
เม็ดเท่ากัน	แกรนิต	ไฮเอไนต์	โทโฮไรต์	เปรีโทไทต์
	แอปไฟต์	เนเฟไลต์-ไฮเอไนต์	แกบโบร	ไพรอกซีน
เนื้อเป็นดอก		อะนอร์โทไต์	โทเลไรต์	ซอนเบลนไทต์
	แกรนิต-ปอฟีร	ไฮเอไนต์-ปอฟีร	โทโฮไรต์-ปอฟีร	

ข. เนื้อละเอียดไม่รู้จักหรือเกือบไม่รู้ว่าแร่อะไร

	สีอ่อน, มักมีเฟลด์สป้า	สีแก่หรือดำ, มีเหล็กแมกนีเซียม
ไม่มีดอก	เฟลไลต์	บะสอลต์
มีดอก	เฟลไลต์-ปอฟีร	บะสอลต์-ปอฟีร

ค. หินเนื้อแก้วระก

ไม่มีดอก	หินแก้วระก, หิน pitchstone, perlite, pumice
มีดอก	Vitrophyre

ง. หินเนื้อเป็นชน ๆ

Tuffs, breccias

แกรนิต (Granite)

หินแกรนิตเป็นหินเนื้อเป็นเม็ดประกอบด้วย แร่เฟลด์สป้าและแร่เขียวหนาม หิน
ส่วนใหญ่มีแร่ไมกาหรือขาวหรือมีซอนเบลนด้วยบ้าง บางทีก็มีแร่ไพรอกซีนด้วยแต่หา
ได้ยาก แต่หินแกรนิตบางแห่งมีเพียงแร่เฟลด์สป้ากับแร่เขียวหนามเท่านั้น แร่
อื่นที่พลอยติดอยู่กับหินนี้ไม่สู้มาก แม้ว่ามักมีเป็นเม็ดเล็กเกินไป ต้องดูด้วยกล้อง

จึงจะเห็น หินแกรนิตมีชื่อเรียกแบ่งออกตามชนิดแร่ที่มาเพิ่มขึ้นจากเฟลด์สป้าและเขียว
หนามันดังต่อไปนี้

หินแกรนิต ไมก์คำ มีไมก์คำ

หินแกรนิต ไมก์ขาว มีไมก์ขาว

หินแกรนิตไมก์คำไมก์ขาว มีไมก์ทั้งคำและขาว

หินแกรนิต ซอนเบลนค์ มีซอนเบลนค์

หินเปกมาไทต์ เป็นหินแกรนิตเม็ดหยาบมาก

หินแอปไฟต์ เป็นหินแกรนิตเม็ดละเอียดมาก

โดยปกติหินแกรนิตมีสีเทา, ชมพู, แดง, ซึ่งเป็นชนจากสีของแร่เฟลด์สป้า และ
ส่วนต่างๆของแร่อื่นที่มีสีแก่ เนื้อหินเป็นชนิดเนื้อละเอียดเม็ดโตเท่ากันไปจนถึงเป็น
เนื้อหยาบ และตั้งแต่เนื้อละเอียดขึ้นจนเนื้อหยาบมาก

เมื่อถูกเปลี่ยนแปลงโดยกำลังอำนาจของ metamorphism พวกเม็ดหยาบก็เปลี่ยน
เป็นหินในสี และพวกเม็ดละเอียดก็เป็นหินสี มีน้ำหนักเทียบกันน้ำ Sp. gr.
2.63-2.75 หรือน้ำหนัก 165-172 ปอนด์ต่อ ๑ ฟุตลูกบาศก์ การคุดน้ำมน้อยกว่า ๑
เปอร์เซ็นต์ การทนทานน้ำหนักตั้งแต่ 15,000 ถึง 30,000 ปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้ว ด้วย
เหตุนี้หินแกรนิตจึงมีประโยชน์ในการก่อสร้างมาก

หินแกรนิตเป็นหินที่คายความร้อนและแข็งตัวลึกลงไปใต้ดินมาก มักเกิดขึ้นเป็นรูป
เทือกเขา หรือ โคกใหญ่ และกำแพงแทรก

ไซเอไนต์ (Syenite)

หินไซเอไนต์เป็นหินเนื้อเป็นเม็ด และแร่ที่ประกอบเป็นหินก็อย่างเดียวกันกับหิน
แกรนิต แต่ไม่มีแร่เขียวหนามัน หินไซเอไนต์เนื้อเป็นเม็ดโตเท่ากัน ที่เนื้อเป็น

คอกมันอย มีสีเทาชมพูแดง เหมือนกับสีของหินแกรนิต พบในแอ่งในประเทศสยาม และมีประโยชน์ในการก่อสร้างเท่ากับหินแกรนิต

ไดโอไรต์ (Diorite)

หินไดโอไรต์ เป็นเนื้อเป็นเม็ดประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาสีขาว plagioclase และซอนเบลนจ์หรือไมก้าดำ และมีแร่ฮอร์นอยู่ด้วย แร่สีเข้มมีอยู่มากกว่าแร่เฟลด์สป่า บางแห่งมีแร่เขียวหนึ่หนึ่มาจนมาก จนได้ชื่อว่า หินไดโอไรต์เขียวหนึ่หนึ่

หินไดโอไรต์มีสีแก่ (เกือบดำ) มีน้ำหนักเทียบกั่น้ำ Sp. gr. 2.85-3 เป็นเม็ดทั้งแต่ละเอียดจนหยาบมาก เม็ดมักโตเท่ากั่น แต่บางแห่งก็เล็กคอก

หินไดโอไรต์มีอยู่ทั่วไป มักคอกคอกอยู่ในร่วางหินแกรนิตกับหินเกบไบร

เกบไบร (Gabbro)

หินเกบไบร เป็นหินเนื้อเป็นเม็ดประกอบด้วยแร่ไพรอกซีน และแร่เฟลด์สปาสีขาว แลพลาจิโอเคลส และมีส่วนไพรอกซีนมากกว่า แต่หินเหลือบ (labrodorite) ซึ่งมีแต่พลาจิโอเคลส กั่น้อยอยู่ในพวกเกบไบรด้วย

บางแห่งมีแร่โอลิวีนอยู่มากในหินนี้เรียกว่า หินเกบไบรโอลิวีน หินเกบไบรมีสีแก่เกือบดำ Sp. gr. 2.9-3.2 ทนทานน้ำหนักความกดได้มาก, เหนียว และคอกนั่น้อยมาก ใช้ในการก่อสร้างได้คอก ขัดขึ้นเงาได้คอก เสียแต่มีสีคอกไม่คอก

เปริโดไทต์ (Peridotite)

หินเปริโดไทต์ เป็นหินที่มีซิลิกานน้อย ประกอบด้วยแร่โอลิวีนกับแร่ไพรอกซีน บางคอกแถมมีซอนเบลนจ์ด้วย และมีแร่เฟลด์สปานีคหน้อยหรือไม่มีเลย

หินเป็นหินเมือกหยาบ สีเข้มจัด Sp. gr. 3.0-3.3 ไม่ทนทานต่อหินฟอสเฟต มักเปลี่ยนสภาพไปเป็นแร่เนกเกอร์สว และทัลค์ (มันึกคิลา)

เฟลไซต์ (Felsite)

หินเฟลไซต์รวมพวกหินที่เกิดจากภูเขาไฟในอะลิวต์ที่ประกอบขึ้นด้วยแร่พวกเฟลด์สปาร์เป็นส่วนใหญ่ มีแร่เขียวหนึ่มาหรืออย่างอื่นก็ไม่มี สีขาว และมี Sp. gr. ประมาณ 2.6 บางครั้งก็มีเนื้อเป็นคอก ไม่ค่อยพรุน แต่มักแสดงเค้าของการไหลเลื่อน ใช้ในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี

บะสอลต์ (Basalt)

หินบะสอลต์รวมในพวกหินภูเขาไฟในอะลิวต์ ที่มีสีเทาดำหรือดำ โดยปกติมักพรุน มี Sp. gr. 2.9-3.1 มักแตกหลุดออกจากกันเป็นแท่งๆ ชนิดที่เนื้อค่อนข้างแน่น ใช้ทำถนนได้

หินแก้วกระຈ

เป็นหินแก้วกระຈตามธรรมชาติเกิดขึ้นจากสิ่งซึ่งหลอมละลายตัวไหลออกจากปล่องภูเขาไฟ แล้วเย็นเร็ว มีเนื้อแน่นเหมือนกระຈรอยแตกเป็นรอยโค้ง และมีทั้งชนิดเป็นแก้วพรุนไปทั้งแท่ง หรือเต็มไปด้วยโพรงเล็กๆ จนก่อนหินนั้นละลายน้ำได้

หินชั้น (Sedimentary Rocks) หรือ Stratified Rocks

สิ่งซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นหินชั้น ผงถูกน้ำไหลพัดพาลงไปสู่ที่ต่ำ หรือถูกลมพัดปลิวไปตามลมไปตกที่ๆ สงัดลม หรือละลายแล้วไหลไปตามน้ำ หรืออินทรีย์วัตถุสะสมกันขึ้น

หินซึ่งแตกแยกจากกันตกไปอยู่ต้นเขา ถูกน้ำพัดพาไปน้อย ก็ยังคงมีรูปร่างเป็น
เหลี่ยม เป็นมุม, เมื่อถูกน้ำพัดพาไปไกลเข้า ฝนกันเอง กระทยกระแทกกันเข้าก็แตก
ย่อยเป็นเม็ดเล็กกลงและถูกฝนกลมเข้า เป็นเม็ดใหญ่ตั้งแต่กวรวขนาดโคลงไปจนถึงทราย
หยาบ ทรายละเอียด เป็นดิน เป็นโคลน เป็นทราย

เนื้อของหินพวกนี้จึงมีเนื้อหยาบ เนื้อละเอียด แล้วแต่ขนาดของเม็ด

เมื่อน้ำไหลพัดพามาครั้งหนึ่งก็เป็นชั้นหนึ่ง ๆ เรื่อยไป และเมื่อน้ำที่ไหลซึมผ่านไปมี
แร่เหล็กละลายหรือปูนละลายอยู่ด้วย หรือซิลิกาละลายอยู่ด้วย ปูนหรือแร่เหล็กก็
ไปเกาะค้างอยู่ในระหว่างเม็ดทรายประสานพวกเม็ดต่าง ๆ ให้ติดกันเข้าเป็นแท่งเดียวกันเปลี่ยน
สภาพเป็นหิน ด้วยเหตุนี้ความคงทนของหินทรายจึงอยู่ที่เชื้อประสาน ส่วนพวกที่เป็น
เม็ดละเอียดมาก เมื่อถูกอัดให้แน่น ก็ติดกันเองเป็นแผ่น นาน ๆ เข้าก็เป็นหิน
แข็งเช่นหินดินดาน

สีของเชื้อประสาน ถ้าเป็นแร่เหล็กก็มีสีเหลือง แดงหรือน้ำตาล

ถ้าเป็นซิลิกา ก็เป็นสีขาว ถ้าเป็นปูนเมื่อไม่ผสมของอื่นมาปนก็ขาว

ส่วนผสมของหินชั้น เมื่อใดกล่าวแล้วว่าส่วนผสมของหินชั้นมีผงถูกน้ำไหลพัด
พามาจากหินอื่น ๆ จนเหลือเป็นเม็ดเล็ก ๆ แร่ที่มาประกอบเป็นหินชั้นจึงเป็นแร่ที่ทนทานไม่
เปลี่ยนสภาพได้ง่าย เช่น ควอตซ์ (เขี้ยวหนุมาน) กินเกาะเหลียง, เฟลด์สปาร์
ไมกา, แร่เหล็ก, และส่วนซึ่งนอนกันเป็นตะกอนเช่นปูน ฝีปลั้ม เป็นต้น

หิน (Breccia)

หินมีเนื้อเป็นชั้นมีเหลี่ยม แผ่นหินย่อยประกอบขึ้นด้วยชิ้นต่าง ๆ ของหินอื่นที่แตก
ออกลงไปกองอยู่ต้นเขา ยังไม่ถูกน้ำพัดพาไปไกลพอจนลบเหลี่ยมออกแต่โดยกระทย
กระแทกกัน หรือเมื่อเกิดแผ่นดินถล่ม เมื่อครุดลงไปอาจทำให้หินในทางที่ครุดซุกกัน
แตกฝังอยู่ในร่องที่ ๆ ครุดกัน หรือเมื่อภูเขาไฟระเบิดก็ระเบิดหินน้อยใหญ่ไปกองไว้

หรือเมื่อผิวโลกเคลื่อนไหวโค้งขึ้นลง ย่อมทำให้หินแตกแยกออกเมื่อน้ำประสานมีน้ำปูน น้ำแร่ เหล็ก น้ำที่มีซิลิกา ไหลผ่านไป หินย่อยเหล่านักเกาะกันเป็นแผ่นหิน

หินย่อมมีสีต่าง ๆ แล้วแต่สีเดิมเป็นสีอะไร นอกจากทำถนนแล้วมีประโยชน์ใช้ในการก่อสร้างอย่างอื่นน้อย แต่บางครั้งเมื่อสีสวยชดชุนเงาได้ เขาซึกทำเป็นเครื่อง ตกแต่ง

หินก้อนกรวด (Conglomerate)

ก้อนหินน้อยใหญ่ที่ถูกน้ำไหลพัดพาไป ฝนกันเองจนหมดเหลี่ยม เป็นเม็ดกลม ๆ รั ๆ ไปสะสมกองอยู่ บางทีก็มีเม็ดเล็กเท่าทรายไปทับถมปนอยู่ด้วย เมื่อน้ำประสาน เป็นน้ำปูน น้ำแร่ เหล็ก ฯลฯ ไหลผ่านไป ก็เกาะกันเข้าเป็นแผ่นหิน หินก้อนกรวด พวกนี้ใช้ทำถนนและถมทางรถไฟได้

หินทราย (Sandstone)

หินทรายประกอบด้วยเม็ดทรายประสานติดกัน เม็ดทรายส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ (เขี้ยวหนุมาน) แต่อาจมีแร่อื่นบางอย่างเช่น แร่เฟลด์สปาร์, ไมกา, โกลเมน และแร่ แม่เหล็ก เม็ดทรายมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาดหยาบถึงเม็ดกรวดลงไป จนถึงขนาดละเอียดเกือบเป็นแป้งในหินดินดาน

หินทรายมีสีต่าง ๆ เช่น สีเทา, สีขาว, สีหม่น, สีน้ำตาลและสีแดง ซึ่งแล้วแต่ สีของเชื้อประสาน เช่น เชื้อประสานเป็นซิลิกา ให้สีขาว เชื้อประสานเป็นน้ำแร่ เหล็ก ให้สีแดง หรือน้ำตาล เชื้อประสานเป็นน้ำปูนให้สีขาว หรือ สีหม่น, สีอ่อน บางที เชื้อประสานก็เป็นดินเหนียวซึ่งทำให้หินแยกเป็นแผ่นได้ง่าย แต่ถ้ามักเกินไปก็ไม่ดี หินจะไม่แข็งแรง

ช่องว่างระหว่างเม็ดทรายถ้ามีมาก หินนี้ไม่เหมาะสำหรับทำถนนยกน้ำ หรือใช้ ก่อสร้างในที่ ๆ ชื้นแฉะ แต่ถ้าจะหาน้ำใต้บาดาลมาใช้ ช่องว่างเหล่านี้เก็บน้ำใต้ดินจะให้น้ำ ให้ใช้ได้มาก

หินทรายถ้าเชื้อประสานคืออาจทนทานน้ำหนักความกดได้ ๙,๐๐๐—๑๒,๐๐๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และถ้าเชื้อประสานเป็นซิลิกา อาจทนไค้มากกว่านี้และใช้ทำโมหินได้

หินทรายแบ่งแยกออกได้หลายชนิดตามชนิดของเชื้อประสาน, ส่วนประกอบ และ ชนิดของแผ่น,

เช่น หินทราย เชื้อประสานเป็นซิลิกา
 หินทราย เชื้อประสานเป็นแร่เหล็ก
 หินทราย เชื้อประสานเป็นปูน
 หินทราย เชื้อประสานเป็นดินเหนียว
 อาโคส (Arkose) หินทรายที่มีแร่เฟลด์สปายผสมอยู่ด้วย
 เกรวเวค (Greywacke) หินทรายที่ประกอบด้วยเม็ดเป็นหินชนิดต่างๆ
 หินทรายแผ่น (Flagstone) ชนิดที่ทำเป็นแผ่น ๆ ปูพื้นได้
 (Freestone หินทรายแผ่นหนา แต่ละแผ่นแยกออกจากกันก็ได้)
 หินทรายที่มีแร่ไม่กำปนมาก

หินดินดาน (Shale)

หินดินดานเกิดจากดินเหนียว, โคลน, ตม, สละสมที่ทับกันอยู่นานๆ เข้าก็แข็งเป็นหิน มักเป็นแผ่นบาง ๆ เป็นชั้น ๆ ประกอบจากมูลหินทรายที่ถูกน้ำพัดพาไปไว้ในที่น้ำค่อนข้างนิ่ง

หินดินดานมีสีต่างๆ เช่น สีเทาหม่น, สีเหลือง, สีแดง, สีน้ำตาล, สีม่วงแก่ สีเขียว และสีดำ ตามยุคที่อ่อนเปราะ แตกหักง่าย

และอาจเป็นดินล้วน หรือมีทรายปนหรือมีปูน, มีแร่เหล็ก มีเศษถ่านปน เมื่อผุพัง ก็เปลี่ยนไปเป็นดิน ใช้ทำอิฐ ทำกระเบื้อง ทำปูนซีเมนต์ เช่นเดียวกับดินเหนียว

หินปูน (Limestone)

หินปูนเป็นหินที่มีอยู่ทั่วประเทศสยาม ประกอบด้วยปูนขาวอนเนตเป็นส่วนใหญ่และ

มีสารประกอบอย่างอื่นมาเจือปนมากบ้างน้อยบ้าง เช่นแมกนีเซียม, ซิลิกา, คินเหินยว
เหล็ก และถ่านหรืออินทรีย์วัตถุ และบางครั้งมีสารประกอบอย่างอื่นมากพอจนเรียกชื่อ
แสดงให้รู้ตามสารประกอบอย่างนั้น ๆ เช่นหินปูนแมกนีเซียม, หินปูนเจือซิลิกา หินปูน
เจือคิน หินปูนเจือเหล็ก หินปูนเจือถ่าน สีของหินปูนก็พลอยมีสีผิดแผกต่าง ๆ กัน สก
แล้วแต่สีของสารประกอบซึ่งมาเจือปน, ถ้าเป็นหินปูนบริสุทธิ์ก็มีสีขาว, แต่มีก็มีสีตั้งแต่
เทาไปจนถึงสีดำ และทั้งสีค่าและสีเทานี้เมื่อถูกอากาศนาน ๆ สีย่อมตกไปบ้าง

ในการใช้หินปูนทำซีเมนต์, หรือทำยาซัคในการถลุงแร่ หรือในการทำเหมือง
จำเป็นต้องพิจารณาถึงส่วนผสมสารประกอบของหินปูน

หินปูนเนื้อแน่นมีน้ำหนักเทียบก้น้ำในรวาง 2.5-2.8 ละลายในน้ำกรกเป็นก้อน ๆ
และเคือกเป็นฟอง ชกด้วยไม้หรือเหล็กแม่ตะป๋ทองเท่าก้ได้

หินปูนมีตั้งแต่เนื้อละเอียดแน่นไปจนกระทั่งเนื้อหยาบประกอบด้วยฝ้าหอยและพรุน
ประกอบด้วยหินปะการัง หินที่มีอายุเกิดนานย่อมพรุนน้อยกว่าหินที่มีอายุน้อยกว่า หินปูน
สามัญฐานน้ำหนักความกักได้ 9,000-12,000 ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้ว แต่บางอย่างก็ทาน
ได้เพียง 3000 ปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้ว หนักน้ำต่ำกว่า ๒ เปอร์เซนต์และมีน้ำหนัก 120-170
ปอนด์ต่อ ๑ ฟุตลูกบาศก์ หินปูนมีอยู่เป็นชั้น ๆ ชั้นหนึ่งหนาถึง ๑๐๐ ฟุตก็มี หินปูน
นี้ผพังโดยละลายไปกับน้ำ

หินปูนมีชื่อต่าง ๆ กันเช่น

ปูนกันบ่ง เป็นปูนที่เกิดอยู่ตามกันบ่ง

ซอลค เนื้อพรุนละเอียดอ่อน

หินปูนเปลือกหอย ประกอบด้วยเปลือกหอย

หินปะการัง เกิดจากพวกหอยเล็ก ๆ และปะการัง

หินปูนเจือคิน

หินปูนน้ำซึม

หินปูนทำพิมพ์หิน

หินปูนน้ำอีย

หินปูนเนื้อละเอียด

ในประเทศไทยมีการใช้หินปูนทำถนน, ทำปูนขาว, ทำปูนซีเมนต์ผสมคอนกรีต อยู่ทั่ว ๆ ไป และมีที่ ๆ ระเบิดหินปูนมาใช้เกือบตลอดทางรถไฟ และตามถนนเกือบ ทุกสาย

หินแปร (Metamorphic Rocks)

หินนี้เป็นหินที่เปลี่ยนสภาพมาจากหินอื่น ๆ มีการเปลี่ยนชนิดแร่ เปลี่ยนโครงสร้างและเนื้อหิน ทำให้หินแน่นเป็นเม็ดและแข็งแกร่งขึ้น จากเหตุการณ์กระทำโดย ๑. การเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ๒. ของเหลวและแก๊สมีน้ำเป็นต้น และ ๓. ความร้อน

หินแปรมีเนื้อเป็นเม็ด คล้ายหินอัคนี และมีโครงสร้างเป็นปลอก คล้ายหินชนม์ แบ่งออกได้เป็น ๗ ชนิดด้วยกัน

๑. ไนส์
๒. ซิสต์
๓. หินชนวน
๔. ควอตไซต์
๕. หินอ่อน
๖. หินนาคระสวย
๗. หินมรกต

การเปลี่ยนแปลงของหินชั้นเป็นหินแปรมีดังนี้

เมื่อยังไม่เกาะกันเป็นหิน	เป็นหินชั้นแล้ว	เปลี่ยนเป็นหินแปร
กรวด	หินกรวด	ไนส์และซิสต์
ทราย	หินทราย	ควอตไซต์
โคลนและดิน	หินดินดาน	หินชนวนและซิสต์
ปูน	หินปูน	หินอ่อน

การเปลี่ยนแปลงของหินอัคนีเป็นหินแปร หินอัคนี	หินแปร
หินอัคนีเนื้อเบินเม็ดหยาบแร่เฟลด์สป้า เช่นหินแกรนิตและไซเอไนต์	ไนส์
หินอัคนีเนื้อละเอียดเม็ดหยาบแร่เฟลด์สป้า เช่นหินเฟลโลไซต์, เศษหินภูเขาไฟ	หินชีสต์และหินชนวน
หินอัคนีเม็ดหยาบแร่เหล็กและแมกนีเซียม เช่นไทโอไรต์และบะสอลต์	หินชีสต์

หินไนส์ (Gneiss)

หินไนส์เป็นหินที่อาจเปลี่ยนมาได้จากหินอัคนีหรือหินชั้น, แร่ต่าง ๆ ในหินนี้ใหญ่พอให้เห็นได้ด้วยตาเปล่าเป็นก้อนงอกสอต่อกัน รวมอยู่เป็นพวก ๆ จนแลเห็นได้ชัดเป็นชั้น ๆ และชั้นต่าง ๆ อาจหนาบ้างบางบ้าง บางทีก็ไปงอกเป็นตา แร่ที่ประกอบขึ้นเป็นหินนี้คล้ายคลึงกับแร่ของหินอัคนี เช่นแร่เฟลด์สป้า แร่ควอตซ์, แร่ไมก้า และแร่ฮอนเบลนดและอื่น ๆ อีก บางครั้งแร่พวกนี้มีเด่นมากจนให้ชื่อแก่หินนั้นถึงกับ เช่น หินไนส์ ไมก้าดำ, หินไนส์ ฮอนเบลนด ถ้ารู้แน่ชัดว่าเปลี่ยนมาจากหินแกรนิตหรือหินไทโอไรต์ก็เรียกหินไนส์แกรนิต หรือหินไนส์ไทโอไรต์

หินไนส์เป็นหินเนื้อแน่น เม็ดโตสม่ำเสมอ เห็นเม็ดแร่ได้ด้วยตาเปล่า แร่เรียงกันอยู่เป็นชั้น ๆ และชั้นนั้นอาจตรงขนานกัน หรือโค้งคดงอ หรืออาจเป็นชั้นยาวตลอดไป หรือสั้นและเป็นเลนซ์ มีสีตั้งแต่เกือบขาว ขาวปนดำ ดำมากจนเกือบดำ

การทำหินไนส์เป็นชั้น ๆ นี้ทำให้แร่หินออกเป็นแผ่นได้ง่าย และใช้ในการก่อสร้าง ทำกำแพง ทำถนนได้ แต่เพื่อระวังให้หินนี้ไม่ถล่มทลายกัน ควรระวังให้เรียบตามความแบนของชั้นนั้น ๆ ในประเทศสยามมีอยู่หลายแห่งและมักพบอยู่ติดต่อกับหินอัคนีแกรนิต

หินชีสต์ (Schist)

หินนี้เป็นชั้นบาง ๆ บางเท่าใบไม้ซ้อนกันอยู่ อาจแยกออกได้ แร่ทุก ๆ ชั้นนั้นคล้ายคลึงกัน และแร่ที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ แลควartz ได้ด้วยตาเปล่า ผิดแผกแตกต่างไปจากหินในสัล์โดยชั้นบางกว่า และแร่เฟลด์สปาร์ไม่เป็นแร่สำคัญเด่นจนเห็นชัด แร่ควอตซ์ (เขียวหนามาน) เป็นแร่ที่มีอยู่ประจำพร้อมด้วยแร่สำคัญอย่างอื่น เช่น ไมก้า คลอไรต์ ทัลค์, แอมฟิโบลหรือไพรอกซีน

หินชีสต์นั้นมักเรียกชื่อแบ่งไปตามชื่อแร่ผสมของเหล็กและแมกนีเซียมที่มีมากในหินนั้น เช่น หินชีสต์ไมก้า, หินชีสต์คลอไรต์, หินชีสต์ซอนเบลนค์, หินชีสต์ทัลค์ แต่มักพบชีสต์ไมก้ามากกว่าอย่างอื่น

สีของหินชีสต์มีมากสี ซึ่งแล้วแต่สีของแร่ที่อยู่ในชั้นหินนั้นมาก เช่น

หินชีสต์ไมก้าขาว สีขาว สีจาง สีเทา

หินชีสต์ไมก้าดำ สีน้ำตาล ถึง สีดำ

หินชีสต์คลอไรต์ สีเขียว

หินชีสต์ซอนเบลนค์ สีเขียว จนสีดำ

หินชีสต์ทัลค์ สีอ่อน, ขาวถึงเขียวอ่อน เหลืองอ่อนหรือเทา บางทีเทาแก่

หินชีสต์นั้นแยกออกเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ง่าย และอาจล่อนหลุดออกจากแผ่นได้ จึงมีที่ใช้น้อย นอกจากถมทำถนน

หินชะนวน (Slate)

หินชะนวนเป็นหินแผ่นบาง ๆ ชั้นติดกัน และแผ่นบาง ๆ เหล่านี้มีแร่เหมือนกัน แต่แร่เหล่านี้เป็นเม็ดละเอียดเล็กมากจนดูด้วยตาเปล่าไม่รู้ว่าเป็นอะไร หินนี้มีเนื้อแน่นละเอียด

แผ่นบาง ๆ เหล่านี้อาจแยกจากกันได้ แต่ไม่ใช่เป็นชั้นกำหนด แผ่นบางเหล่านี้ อาจเป็นมุมต่าง ๆ กับชั้นกำหนด และชั้นกำหนดอาจเปลี่ยนเป็นลายเส้นผ่านแผ่นหินชนวน แผ่นชนวนอาจมีเงาหรือค่าน อาจเป็นแผ่นเรียบ หรือ มีลายเส้น บางทีก็มีจุดเล็ก หรือจุดใหญ่ ๆ การแยกแผ่นชนวนออกจากกันควรทำเมื่อชดขึ้นใหม่ ๆ และยังคงอยู่ มิฉะนั้นจะแตก หรือแยกออกยาก ใช้ขวานผ่าทุบผ่าไม้

หินชนวนมีสีต่าง ๆ ตั้งแต่สีเทาไปจนถึงแก่ และสีดำ น้ำเงิน สีม่วงแดง, สีเขียว สีม่วงก็มี สีเทาและดำ เกิดจากมีธาตุต่างมาก สีแดงสีม่วง มีแร่เหล็กมาก สีเขียว มีแร่คลอไรต์มาก มีน้ำหนักเทียบเท่ากับ Sp. gr. 2.75 แต่ถ้ามีแร่เหล็กมากก็หนักมากกว่า หินชนวนเป็นหินที่ตัดได้ง่าย

หินชนวนมีมากที่เมืองล่อง จังหวัดแพร่, ภูเก็ต, ตะกั่วป่า, และในลำน้ำแม่กกเหนือเชียงใหม่

หินไฟไลต์ (Phyllite)

หินนี้เป็นหินพวกเดียวกับหินชนวน แต่มีส่วนแร่ไม่มากจน เห็นเป็นเงา เวลาจับต้องรู้สึกลื่น เปราะแตกง่าย ขนเซาที่มีหินต้นไม้มักขึ้นตาม มีทั้งสองลา ตามทางจากเมืองตากไปแม่สอและเหนือกาญจนบุรี

หินควอตไซต์ (Quartzite)

หินควอตไซต์เป็นหินที่เปลี่ยนมาจากหินทราย เป็นหินแข็งแน่น เป็นรูปผลึกน้อย ๆ โดยเม็ดทรายงอกขึ้นเป็นเม็ดผลึก สอดประสานติดกันแน่น แตกต่างจากหินทราย อาจสังเกตได้โดยเมื่อหินทรายแตก ย่อมเห็นรูปเม็ดทรายกลมเกลี้ยง แต่เมื่อหินควอตไซต์แตกย่อมแตกผ่านเม็ดทราย มีรอยแตกเป็นรอยโค้งเหมือนกระจกแตก

หินควอตไซต์บางกรณมีเนื้อควอตซ์ล้วน แต่บางแห่งอาจมีหินปูน หรือแร่เหล็กซึ่งเคยเป็นเชื้อประสานอยู่แต่เดิมเมื่อเป็นหินทราย และโดยมากก็คงมีส่วนผสมเช่นเดียวกับหินทราย เช่นมีไมก้า, มีเฟลด์สปาร์ หรือมีคลอไรต์ อาจมีสีขาว, เทา, เหลืองอ่อน เขียวอ่อน หรือแดงอ่อน เป็นหินที่แข็งทนทานมาก แต่ขัดได้ยาก

หินพบมากที่เมืองฝาง, เชียงใหม่, ลำปาง, ราชบุรี, กาญจนบุรี ฯลฯ

หินอ่อน (Marble)

หินอ่อนเปลี่ยนสภาพมาจากหินปูน และในหินปูนมีสารประกอบอย่างอื่นปนอยู่ เช่น ถ่าน, แร่เหล็ก, หิน, และซิลิกา เมื่อหินเปลี่ยนสภาพ แร่เหล่านี้ก็เปลี่ยนไปด้วย เช่น ถ่านก็เปลี่ยนเป็นแร่แกรไฟต์ เป็นจุดหรือเป็นเส้น, เป็นทางดำๆ อยู่ในหินอ่อน ทำให้เป็นลายดำๆ

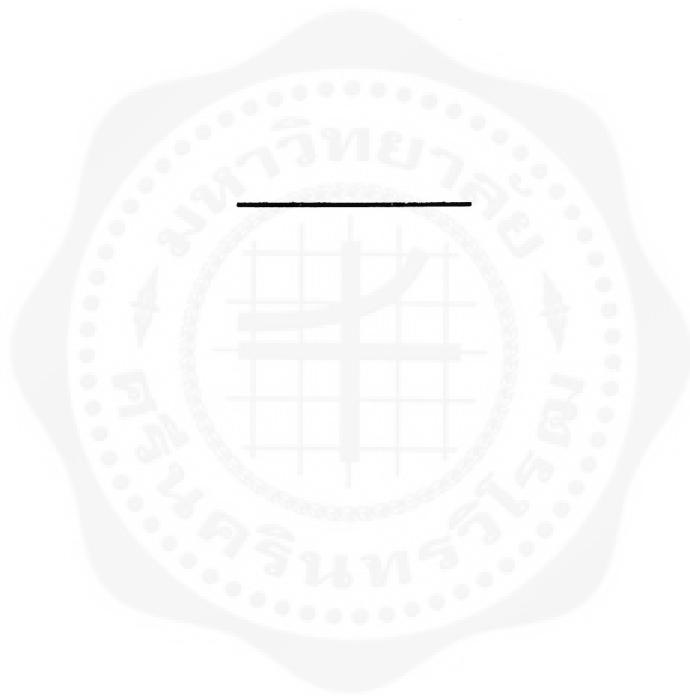
หินอ่อนเนื้อเป็นเม็ดแน่นมีตั้งแต่เม็ดหยาบจนถึงละเอียด มีสีหลายอย่างแล้วแต่ส่วนผสม ที่ไม่มีสารประกอบอย่างอื่นมีสีขาว มีอาศถานมีสีดำ มีแร่เหล็ก มีสีแดง, ชมพู, เหลือง, น้ำตาล มีแร่ไพรอกซีน มีสีเขียว มีน้ำหนักเทียบกบกับน้ำ Sp. gr. 2.66-2.79 แข็งอยู่ในเกณฑ์ 3-4 แต่ขัดด้วยมีดได้ง่าย มักละลายน้ำเช่นเดียวกับหินปูน พบที่ เชียงราย, ราชบุรี, ลพบุรี, ยะลา, กาญจนบุรี ใช้ทำพื้น ทำเครื่องประดับ, ทำคันบันได ฯลฯ หรือใช้อย่างหินปูนก็ได้

หินนาคกระสวย (Serpentine)

หินมีแร่นาคกระสวยปนอยู่เป็นส่วนใหญ่ และมักปนกับหินอ่อน เป็นหินเนื้อแน่น ตัดเป็นแผ่นได้ง่าย ขัดจนเงาคล้ายไข, นํ้ามัน มีสีเขียว สีเหลือง, เหลืองปนเขียว, สีนํ้าตาล, สีดำ, สีแดง เป็นหินที่เปลี่ยนมาจากหิน เพริโดไทต์ ใช้ทำเครื่องประดับ มีที่อุตสาหกรรม, และพิไซ

หินนึ่งศิลา (Soapstone)

หินนี้เป็นหินที่ประกอบขึ้นด้วยแร่ทัลค์เป็นส่วนใหญ่ ขางที่ก็พบในระหว่างหินนาค
 กระสวยและหินอ่อน เมื่อจับต้องรู้สึกลื่นๆ tact ออกด้วยมีดได้ ทนทานต่อความร้อนและ
 น้ำกรดไม่กัด มีทั้งคนขายก และชลบุรี



เรื่องประสมเครื่องดนตรีในวงปี่พาทย์ไทย

ของ

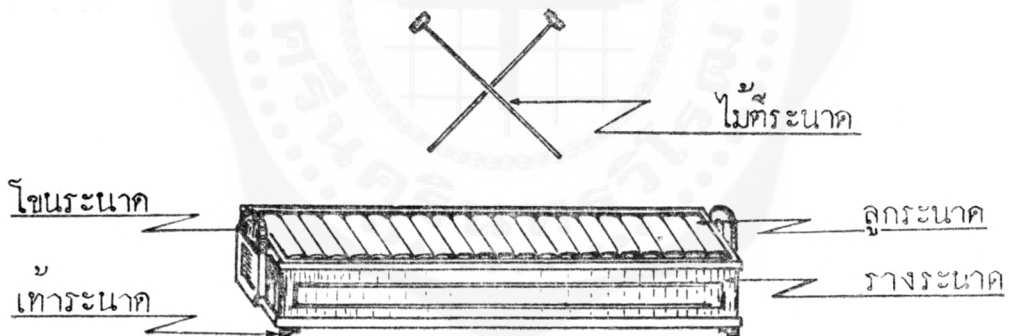
พระเจนดุริยางค์

ภาคีสมาชิกแห่งราชบัณฑิตยสถาน

ประเภทวิชาดุริยางคศาสตร์

ต่อจากหน้า ๑๖๔ ในเล่ม ๑ ตอน ๑ พ.ศ. ๒๔๗๘

ภาพระนาบหลัก ที่แสดงไว้ในเล่ม ๑ ตอน ๑ หน้า ๑๖๔ นั้นยังคลาดเคลื่อน
อยู่ ที่ถูกต้องภาพนี้—



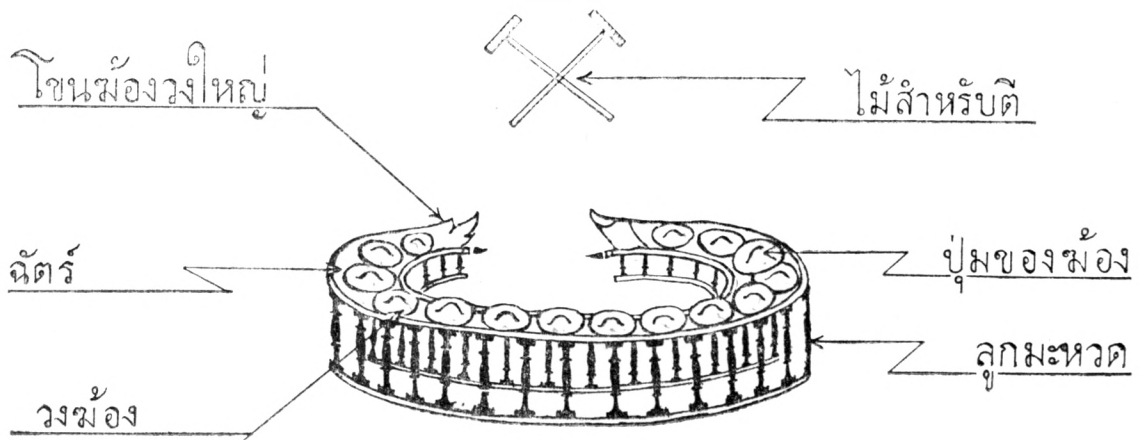
กล่าวด้วยฆ้องวงใหญ่

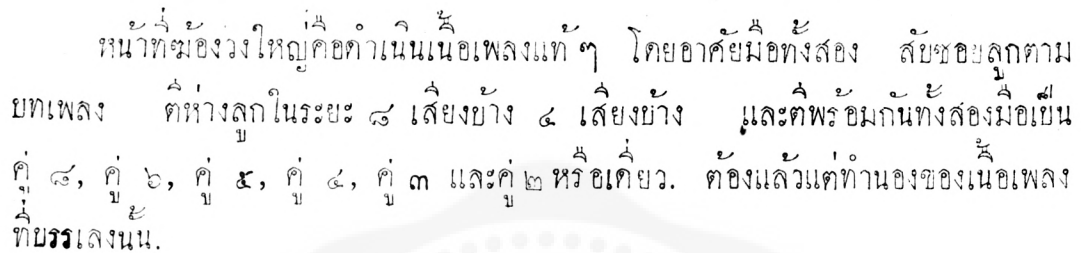
๑) ลูกฆ้องทำด้วยโลหะพิเศษ (ทองห้าว) เป็นรูปกลมมีเชิงเป็นขอบและมีปุ่มกลมบนชนเป็นทศเพื่อให้เป็นเสียง ฆ้องใหญ่ที่มีเสียงต่ำที่สุด มีขนาดกว้างประมาณ ๔ นิ้ว และยอมลงไปเป็นลำดับจนถึงเสียงสุดท้ายมีขนาดกว้างประมาณ ๔ นิ้ว.

๒) วิธีเทียบเสียงลูกฆ้องให้ใกล้เคียงตรงและซึก ต้องใช้ตะกั่วขกละเอียดผสมกับขี้ผึ้งจนไฟแล้วออกกักไว้เบื้องล่างของปุ่มลูกฆ้อง.

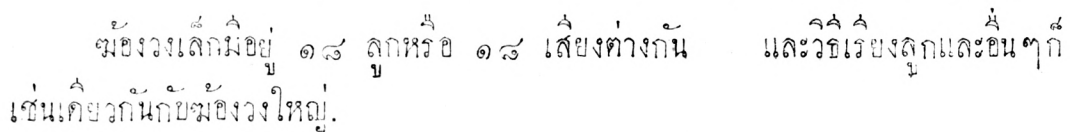
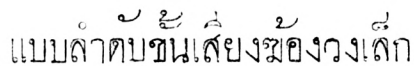
๓) ฆ้องวงใหญ่มีอยู่ ๑๖ ลูกหรือ ๑๖ เสียงต่างกัน และวิธีเรียงลูกก็เรียงเป็นลำดับแต่ต่ำ (ทางซ้าย) ไปสูง (ทางขวา) โดยเหตุที่ฆ้องเป็นวงกลมกลึงจนเกินไป จังหวะเรียงเป็นแถวเช่นระนาดผู้ที่จะตีไม่ถนัด ฉะนั้นจึงได้วางเรียงเป็นวงล้อมรอบคนที่ตีโดยเว้นช่องคานหลังไว้เพื่อสะดวกแก่การตี ลูกฆ้องทั้งหมดใช้ร้อยด้วยหนังโคซึ่งชวนเป็นเกลียวและแขวนไว้บนราวซึ่งทำด้วยหวายไผ่ คัดโค้งเป็นวงรูปไข่.

๔) วิธีใช้ไม้ค้ำสนั่น ๆ สี่อันยาวประมาณ ๑ คืบ ตอนปลายไม่มีเป็นกลมกว้างประมาณ ๓ นิ้ว แขนงทำด้วยหนังกระป๋องอย่างหนา การตบนั้นต้องตีตรงปุ่ม ไม้ค้ำที่ไขมอยู่ ๒ ซะนิก เรียกว่าไม้แซงและไม้ฉวม แล้วแต่ผู้ตีจะต้องการเสียงแซงหรือเสียงฉวม.





รูปและร่างของน้องวงเล็กเหมือนนกขมิ้นของวงใหญ่ทุกประการ จะต่างนกแค่
 ลูกขี้มูกกว่ากันและเสียงเล็กกว่ากันเท่านั้น

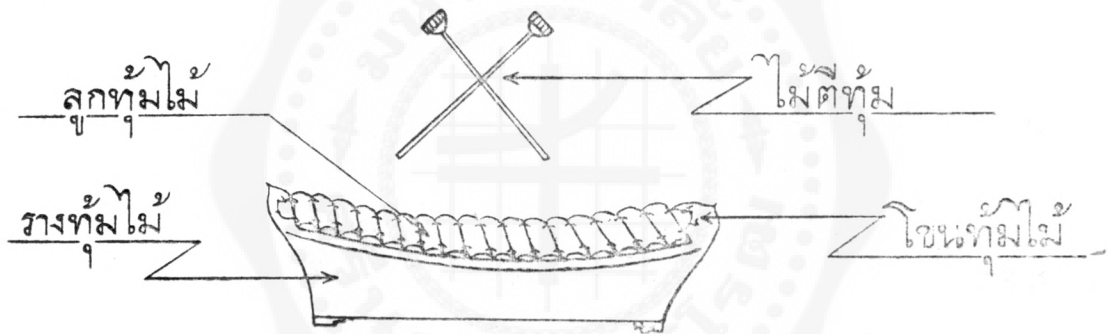


หน้าทของวงเล็กต่างกับหน้าทของวงใหญ่อยู่ข้าง คือนอกจากจะดำเนินเนื้อเพลงตามหน้าทของวงใหญ่ข้าง บางที่ใช้ละเอียดเป็น ๔ ตัว ๑ จังหวะ แต่เล่นเฉพาะเสียงเดียว โดยอาศัยมือทั้งสองช่วยกันเก็บลูก ทั้งเอาลูกสะบัดหรือสะกึ่งเข้าแทรกอีกด้วย.

ไม่ว่าสำหรับคนก็เหมือนกันกับไม้ของวงใหญ่ แต่เป็นปลายไม้สั้น ย่อมกว่ากันเล็กน้อย.

กล่าวด้วยท่มไม้

รูปและร่างของท่มไม้ก็เหมือนกันกับระนาดเอกทุกประการ จะต่างกันก็แต่ลูกเขื่องกว่ากันจึงมีเสียงต่ำกว่ากัน และการตกใช้เฉพาะไม้แวมอย่างเดียว.



แบบลำดับขึ้นเสียงท่มไม้



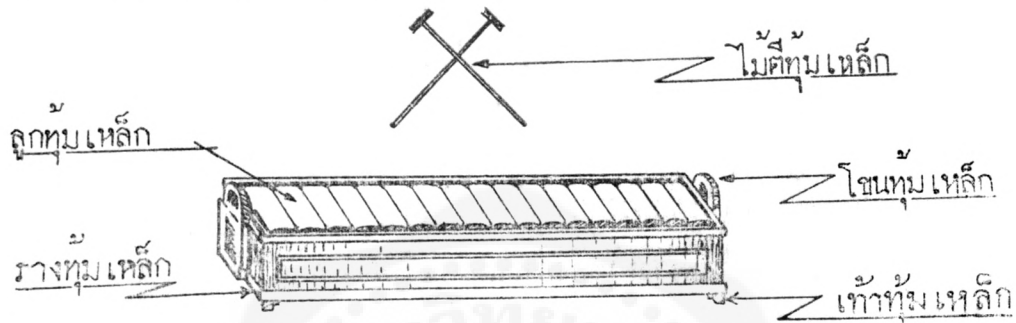
ท่มไม้มีอยู่ ๑๗ ลูกหรือ ๑๗ เสียงต่างกัน และวิธีเรียงลูกและอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกันกับระนาดเอก

หน้าทของท่มไม้พิสดารมาก ต่างกับเครื่องใดๆ ทั้งหมด คือแต่แรกลูกล่องหน้าหรือลำหลังเนื้อเพลงข้าง, ชะงักจังหวะข้าง, ขึ้นจังหวะข้าง, ใช้ลูกเรียงตัวเป็นคู่ต่างๆข้าง, กระโดดข้ามลูกอย่างโลดโผนในระยะห่างไกลข้าง.

ท่นโดยอาศัยมือทั้งสองช่วยแทรกแซงหรือสับซอญๆเล่นๆลือๆเนื้อเพลง.

กล่าวด้วยทุ้มเหล็ก

รูปและร่างของทุ้มเหล็กเหมือนกันกับระนาดเหล็กทุกประการ จะต่างกันก็แต่ลูกเชือกกว่ากันจึงใช้เสียงที่ต่ำกว่ากัน.



แบบลำดับชนเสียงทุ้มเหล็ก



ทุ้มเหล็กมีอยู่ ๑๗ ลูกหรือ ๑๗ เสียงต่างกัน และวิธีเรียงลูกและอื่นๆก็เช่นเดียวกันกับระนาดเหล็ก

หน้าที่ของทุ้มเหล็กคล้ายกับทุ้มไม้ แต่ลูกสูงกว่ากันและไม่โกลนเหมือนทุ้มไม้ ใช้ลูกไล่ชนเสียงเรียบๆ ไปข้าง กระโดดข้ามระยะไกลบ้าง ทั้งนี้โดยอาศัยมือทั้งสองช่วยกันสับซอย

ไม้ตีทุ้มเหล็กใช้ไม้แบนทำด้วยหนังกระช่ออย่างหนา หรือแบนเขินนม แล้วแต่ผู้ที่จะต้องการเสียงแข็ง หรือ เสียงนวม.

กล่าวด้วยตะโพน

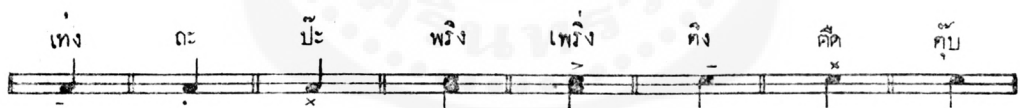
ตะโพนเป็นเครื่องหนัง ทำเป็นรูปกลมยาวประมาณ ๑ ศอก ส่วนกลางทอหุ้มด้วยหนัง คิวหุ้มทำด้วยไม้สักหรือไม้ขนุน หน้าขวาเรียกว่า “หน้าเท่ง” กว้าง

ประมาณ ๑๐ นิ้ว (ซึ่งด้วยหนังโค หรือ หนังเลียงผา) หน้าซ้ายเรียกว่า “หน้ามก” ย่อมกว่าหน้าขวาเล็กน้อย (ซึ่งด้วยหนังลูกโคชนิดบางกว่า หน้าเท่ง) หนังทั้งสองหน้า นร่อยด้วยสายหนังซึ่งชวนเป็นเกลียวเรียกว่า “ไส้ละมาน” และรังไข่ซึ่งเคียบคโดย อาศัยสายหนังซึ่งเรียกว่า “หนังเรียด” ร้อยไส้ละมานอีกที เร่งขึ้นจนถึงเสมอกัน โดยรอย

ตรงกลางหน้าขวาของตะโพนมักทำไว้เป็นวงกลม ซึ่งมีความประสงค์ให้ผู้เล่นพอก เข้าสกละเอียดผสมเข้า เพื่อถ่วงหน้าตะโพนให้ต่ำลงและให้ไหล่เฉียงทอดลงเพื่อการสำหรับ เกร็ง (ต้องใช้ชี้เท้าทางมะพร้าวหรือกิ่งตาลและต้นปาล์มอื่น ๆ มีฉนวนใช้แบ่งชนมัยสูง ขี้ให้เหนียวจับหน้าหนังตะโพนได้ก็เท่ากัน) ตะโพนมักทำสำหรับรองไว้ เพื่อมิให้เคลื่อน จากที่ในเวลาตี และใช้ตีด้วยนิ้วรวมทั้ง ๔ นิ้ว (นิ้วหัวไม่ใช้) ทั้งมือซ้ายและมือขวา.

วิธีตีตะโพนต้องอาศัยการตีต่างกัน ตะโพนจึงจะเป็นเสียงต่างกันได้ เช่น เท่ง ละ ปะ พริง เพร้ง คิง คัด คับ.

เครื่องหมายสำหรับบันทึกเสียงตะโพน

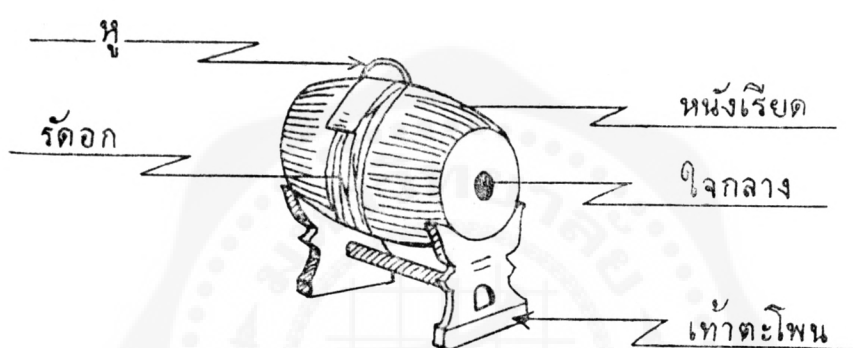


๑. เสียงเท่ง ใช้มือขวาแนบสันตักเข้ตมือโดยแรงทรม “หน้าเท่ง”
๒. เสียงละ ใช้มือขวาแนบสันตักคมือโดยแรงทรม “หน้าเท่ง”
๓. เสียงปะ ใช้มือขวากางออกทั้ง ๕ นิ้วตักคมือโดยแรงทกลาง “หน้าเท่ง”
๔. เสียงพริง ใช้มือทั้งสองแนบสันตักเบา ๆ ทรมหน้าทั้งสอง แต่มือซ้ายให้ แรงกว่ามือขวา โดยประคองเสียงไว้ให้พอก.
๕. เสียงเพร้ง ใช้มือแนบสันตักพร้อมทั้งสองมือ ตักเข้ตมือโดยแรงทรมหน้าทั้งสอง แต่มือขวาให้แรงกว่ามือซ้าย แล้วกำขยับเสียงไว้ในที่นี้.

๖. เสียงตึง ใช้มือซ้ายแนบสนทตใช้มือขวาแรงทรม “หนามต”

๗. เสียงตืด ใช้มือซ้ายแนบสนทตใช้มือขวาเบา ๆ ทรม “หนามต” แล้วห้ามเสียงโดยเร็ว.

๘. เสียงต๊บ ใช้มือซ้ายแนบสนทตใช้มือขวาทรม “หนามต”

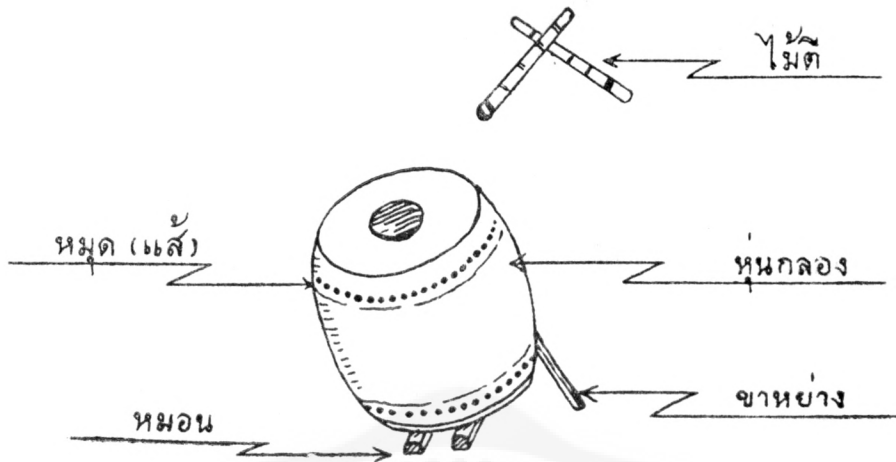


กลองด้วยกลองตต

กลองตตเป็นเครื่องหนังขนาดใหญ่ สูงประมาณ ๑ ศอกเศษและตั้งด้วยหนังโคกระึงที่ฟอกแล้ว

กลองตตใช้เป็นคู่เสียง ต่ำ—สูง และใช้ด้วยท่อนไม้ไผ่ ยาวประมาณ ๑ ศอก ไม่นานของม่านหนักพอสมควร ถ้าจะใช้ไม้นวมชนิดไม้ทุ้มก็ได้ แต่ขนาดต้องเขื่องกว่ากัน

กลองตตมีเสียงจากตตต้องใช้เป็นคู่ สำหรับเสียง สูง (ตุม) สำหรับเสียง ต่ำ (ต้อม) ที่ใช้กันอยู่เป็นธรรมดา แต่บางทีก็ใช้เพิ่มจนเป็น ๓ ใบ ซึ่งมีเสียง สูง, กลาง และต่ำ เพื่อเป็นการส่งเสริมความสง่าให้กับวงปาทย์นั้น ๆ



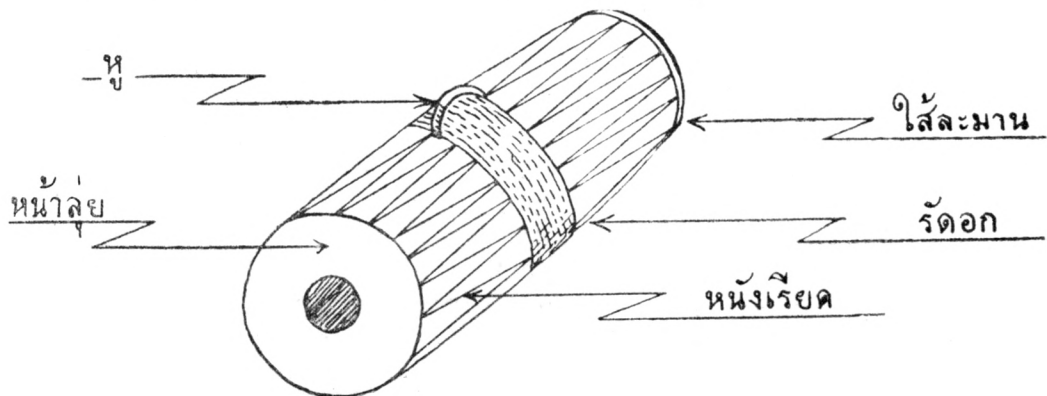
เครื่องหมายบนทกเสียงกลองทตตง



หน้าที่ของกลองทตตง จะต้องคอยผสม หรือ ตัดออก โดยใช้มือทั้งสองผลัดเปลี่ยนกันเป็นระยะ ๆ ไปตามทำนองของบทเพลงนั้น ๆ.

กล้าวดยสองหน้า

สองหน้าเป็นเครื่องหนึ่งคล้าย “ตะโพน” แต่ทรงรูปเพรียวกว่ากัน สองหน้ามีเสียงต่างกันตงน เต่ง เถอะ พริง คิง ตับ จะ หนึ่ง.



เครื่องหมายบนทักเสียงของสองหน้าต่ง



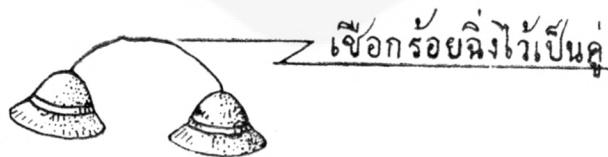
หน้าทักของสองหน้า ใช้ประกอบกับทำนองเพลงฉะเพาะบทเพลง ๓ ชั้น หรือ ๒ ชั้น โดยที่สอคล้องกับทำนองเพลงเรื่อยไปตามจังหวะของบทเพลงนั้น.

สองหน้า ถ้าเวลาทำเพลงช้าต่าง ๆ ใช้ตัวอย่างโลดโผนประกอบเข้าในทำนองเพลง แต่ใช้หน้าเดียว (หน้าใหญ่) และด้วยมือขวา เครื่องหนึ่ง “สองหน้า” ในท่อนเปลี่ยนชื่อเรียกว่า “เป็งมาง”

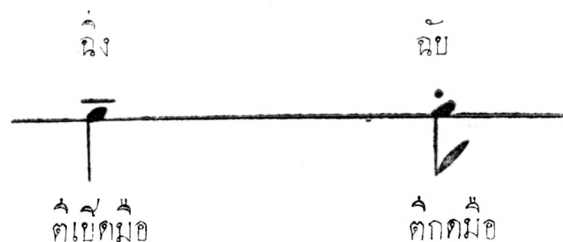
กล่าวด้วยฉิ่ง

ฉิ่งทำด้วยโลหะพิเศษรูปเป็นแผ่นขนาดเล็ก ยอคม่น ๆ มีรูร้อยเชือกไว้สำหรับจับ.

ฉิ่งใช้เป็นคู่ ตบออกจังหวะ ลง—ขึ้น จังหวะขึ้นหรือยกเป็นจังหวะที่ ๒ ตบเป็นเสียงยาวทั้ง “ฉิ่ง” จังหวะลงเป็นจังหวะที่ ๑ ตบเป็นเสียงสั้นทั้ง “ฉับ”



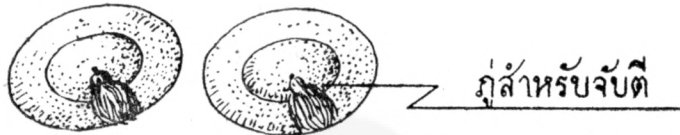
เครื่องหมายบนทักเสียงฉิ่งต่ง



กล่าวด้วยฉาบเล็ก

ฉาบเล็กทำด้วยโลหะเป็นรูปกลม ๆ แบน ๆ มีขมตรงกลาง ก้นเจาะรูไว้ร้อยเชือกเป็นหูจับ

ฉาบเล็กมีขนาดกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๔ นิ้ว และต้องใช้เป็นคู่กันเสมอ.



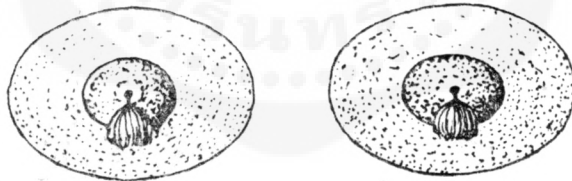
เครื่องหมายบันทึกเสียงฉาบเล็กดังนี้



ตบจังหวะ (Syncopation) โดยหลุดกลั้วโลดโผนผสมไปกับทำนองของเพลง

กล่าวด้วยฉาบใหญ่

ลักษณะของฉาบใหญ่ก็เช่นเดียวกับฉาบเล็กทุกประการ แต่ขนาดใหญ่กว่ากัน คือกว้างประมาณ ๘ นิ้ว ฉาบใหญ่มีเสียงจำกั๊ตใช้ตีตามจังหวะลง.

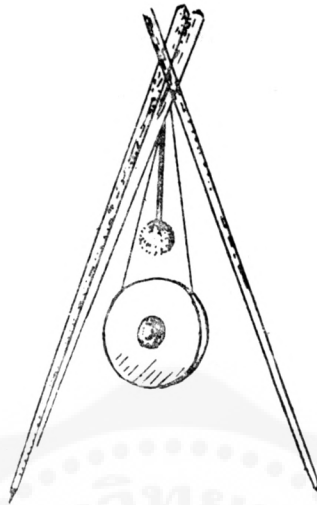


เครื่องหมายบันทึกเสียงฉาบใหญ่



กล่าวด้วยโหม่ง

โหม่งทำด้วยโลหะชนิดหนึ่งเป็นรูปกลมคล้ายลูกข่าง แต่หน้ากว้างประมาณ ๑๐ นิ้ว ใช้ห้อยหรือแขวนบนขาหย่างและตีด้วยไม้กลม โหม่งมีเสียงจำกั๊ตใช้ตีตามจังหวะลง.



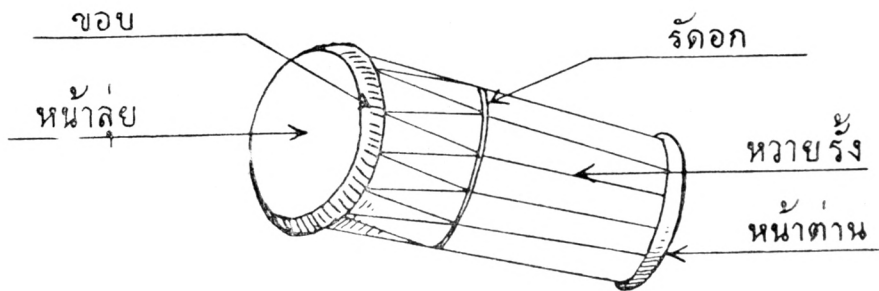
เครื่องหมายบนทักเสียงโหม่ง



กล่าวด้วยกลองแขก

กลองแขกเป็นเครื่องหนึ่ง มีลักษณะกลมยาวประมาณ ๑ ศอกคืบ หน้าใหญ่ วิชาสนธิ์ กลางกว้างประมาณ ๑๐ นิ้ว หน้าเล็กนั้นย่อมกว่าหน้าใหญ่เล็กน้อย กว้างประมาณ ๘ นิ้ว หุ่นกลองนี้ทำด้วยไม้แข็งและสวยงาม เช่น ไม้ประดู่, ไม้มะหาด, ไม้ชิงชัน และ ไม้มะริด เป็นต้น หุ่นทั้งนี้ใช้หนังลูกโค อัดตั้งโดยอาศัยห่วงหวายขดหุ้มหนังโคและรัดด้วยหวายตะค้าผ่าซีก (หากรัดด้วยสายหนังเส้นย้อมๆ แทนหวายเรียกว่ากลองมะลายู) กลองแขกต้องใช้เป็นคู่กันเสมอ. โดยแยกเรียกว่า “ตัวผู้” กับ “ตัวเมีย” และเสียงที่ตบกันต่างกัน.

ตัวผู้ หัน, เหน่ง, เป๊ระ, พริง, ตึง, ตัก, คับ,
ตัวเมีย หัน, เหน่ง, เป๊ระ, พริง, แพร่ง, ตึง, ตัก, คับ, จ๊ะ,



เครื่องหมายบันทึกเสียงกลองแขกดังนี้

Diagram showing the notation for playing a Khlong (กลองแขก) on a staff. The staff is divided into two parts: ตัวผู้ (Upper part) and ตัวเมีย (Lower part). The notation includes various notes and rests, with labels for specific sounds: หนึ่ง (one), เหน่ง (two), เป๊ระ (three), พริง (four), พริง (หนึ่ง) (five), แพร่ง (six), ทัง (seven), คัด (eight), ตับ (nine), and ะ (ten). The lower part also includes labels for playing techniques: มือซ้าย (left hand), สองมือ (both hands), and มือขวา (right hand).

วิธีตีเสียงตัวผู้

๑. เสียงหนึ่ง คัดด้วยนิ้วทนมกลางแล้วเข้ตมือ
 ๒. เสียงเหน่ง คัดด้วยนิ้วทนมบนแล้วเข้ตมือ
 ๓. เสียงเป๊ระ กางมือคัตตรงกลางโดยแรงแล้วเข้ตมือ
 ๔. เสียงพริง มือซ้ายคัทเหมือนเสียงหนึ่ง มือขวาแนบนิ้วคัตแล้วเข้ตมือ
 ๕. เสียงตัง แขนงนิ้วทนมทนมแล้วเข้ตมือ
 ๖. เสียงคัด แขนงนิ้วทนมทนมแล้วประกบ
 ๗. เสียงตับ แขนงนิ้วทนมทนมแล้วคัทมือ
- ใช้มือซ้าย
- ใช้มือขวา
- คัทพร้อมกัน
ทงสองมือ

วิธีตีเสียงตัวเมีย

๑. เสียงหนึ่ง, เสียงเหน่ง, เสียงเป๊ระและเสียงพริง ตีเช่นตัวผู้
 ๒. เสียงแพร่ง มือซ้ายคัทเหมือนเสียงเป๊ระ มือขวาแนบนิ้วคัตแล้วเข้ตมือ
- พร้อมกัน
สองมือ

๓. เสียงท่ง แขนวสนทศทรม แล้วเบตมอ
 ๔. เสียงถาด แขนวสนทศทรม แล้วประกบ
 ๕. เสียงเถาะ แขนวสนทศทรม แล้วกตมอ
 ๖. เสียงจ๊ะ ทางมอ แล้วกตมอตรงใจกลาง
- หมายเหตุ เสียงพริ้ง  พระสมมอช่ายควยเสียง “หนึ่ง” ส่วน

เสียงพริ้ง  พระสมมอช่ายควยเสียง “หนึ่ง” แต่มีชวานนคังใช้เสียง “ตึง”
 เช่นเดียวกัน

เสียง “เประ” ทงควมและควเมย กับเสียง “แพรง” ของควเมยมีโอกาส
 ใช้บ่อยที่สุด ที่ชนทกไว้ก็เพื่อให้ครบถ้วน และการที่ใช้ชวานนคังเมื่อเทียบกับการบรรเลง
 ทำนอง “เพลงแขก” เช่น “สวระหม่าแขก” เป็นต้น

กลองแขกใช้สำหรับบรรเลงเพลงละครและเพลง ๓ ชั้น และประกอบกับขลุ่ย
 (กลองมะลายูใช้ประกอบกับเครื่องขลุ่ย หรือ ขลุ่ย)

กล่าวด้วยของหุ่ย

ของหุ่ยเป็นเครื่องทำขลุ่ยโลหะชนิดหนึ่ง (ทองหั่ว) รูปร่างเหมือนกับของ
 ขลุ่ย แต่เขื่องกว่าเท่านั้น

ของหุ่ยเป็นเครื่องพิเศษ รวบรวมมี ๓ ลักษณะ ๕ ลักษณะ หรือ ๗ ลักษณะ
 ของหุ่ยมีเสียง “ต่ำ” ทั้งคราวมากใช้ทักคตตามเพลงในเมื่อคตเสียงทมลกคต.

