บทที่ 2

ทฤษฎีที่มีผลต่อการวิจัย

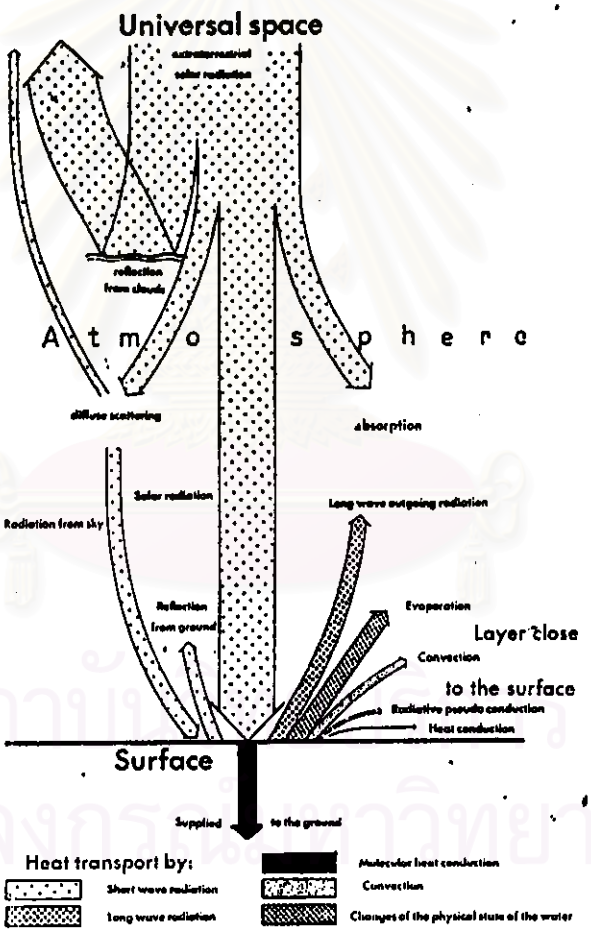
องค์ประกอบทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ เช่น สภาพภูมิ-อากาศ สภาพภูมิประเทศ ต้นไม้ใบหญ้า แหล่งน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ ลม และปริมาณน้ำฝน หากนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดอุณหภูมิอากาศโดยรอบอาคาร ก็จะก่อให้เกิดผลทางด้านการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อปรับอุณหภูมิภายในอาคารให้เข้าสู่สภาวะน่าสบาย

การเลือกใช้องค์ประกอบทางธรรมชาติหลากหลายไปตามสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันที่มีผลทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้ใช้อาคาร ในสภาพอากาศหนาวเย็น มีความจำเป็นที่จะต้องนำเอา "ความร้อน" เข้ามามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดการทำความร้อน ส่วนในสภาพที่มีอากาศร้อน การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเพื่อสร้างความเย็นจึงมีความจำเป็น ในเขตที่มีสภาพอากาศแห้งความต้องการความชื้นก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้ธรรมชาติเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบาย ในเขตที่มีสภาพความชื้นสูง การลดความร้อนและลดความชื้นโดยใช้ธรรมชาติหรือเครื่องจักรกลก็จะทำให้สภาพอากาศอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เดินทางเข้ามายังโลกเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศของโลกก่อนจะสัมผัสผิวดิน รังสีบางส่วนจะถูกสะท้อนโดยก้อนเมฆออกไป บางส่วนถูกดูดซับโดยบรรยากาศ บางส่วนแพร่กระจายไปยังบรรยากาศของโลก และส่วนที่เหลืออยู่ไม่มากที่เป็นรังสีคลื่นสั้นจะผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลกที่มีต้นไม้ใบหญ้า อาคารบ้านเรือนที่เป็นมวล (OPAQUE) รังสีคลื่นสั้นก็จะแปรเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน รังสีคลื่นสั้นที่ตกกระทบพื้นผิวดินจะเปลี่ยนรูปเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน บางส่วนถูกดูดซับโดยมวลของดินบางส่วนสะท้อนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนดังกล่าวเคลื่อนที่ออกไปโดยการนำความร้อน(CONDUCTION) การพาความร้อน(CONVECTION) และการแผ่รังสีความร้อน(RADIATION)

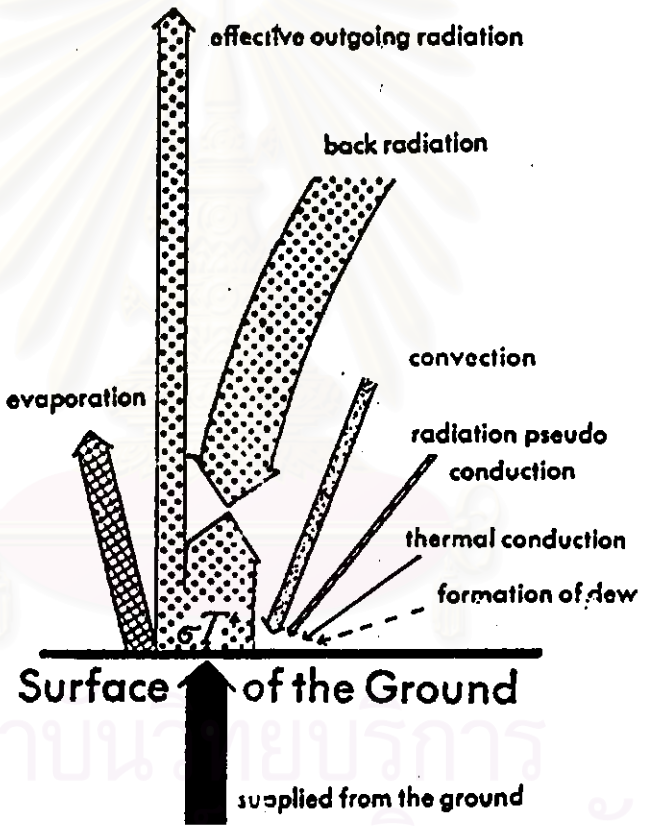
ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารนอกจากเกิดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์แล้ว ความร้อนยังเกิดจากการสะท้อนโดยก้อนเมฆ (DIFFUSE RADIATION) จากการรั่วซึมและจากสภาพอากาศภายนอกอาคาร

ลม ในขณะที่ลมพัดผ่านพื้นผิวโลก ลมจะลดความเร็วลงและลดน้อยลงไปเนื่องจากปะทะกับสิ่งที่กีดขวางต่าง ๆ องค์ประกอบทางธรรมชาติต่างๆสามารถช่วยบังคับทิศทางลมและลดหรือเพิ่มความเร็วลม โดยลมจะเป็นตัวกลางในการพัดพาความร้อนและความชื้นออกไปและพัดพาเอาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ตลอดจนเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอของน้ำหรือเหงื่อที่ผิวของร่างกายมนุษย์



รูปที่ 2-1 แสดงการส่งผ่านความร้อน (HEAT EXCHANGE) มายังผิวโลกในเวลากลางวัน (Geiger Rudolf 1950)

ในเวลากลางคืน การส่งผ่านความร้อนเกิดการเคลื่อนตัวกลับคืนสู่ท้องฟ้า เนื่องจากท้องฟ้ามีอุณหภูมิอากาศลดต่ำลงกว่าที่ผิวดิน การแผ่รังสีความร้อนเกิดการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้าโดยส่งผ่านพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในผิวดินออกสู่ท้องฟ้า การถ่ายเทความร้อนนี้มีทั้งการนำความร้อน(CONDUCTION) การพาความร้อน(CONVECTION) การแผ่รังสีความร้อน (RADIATION) และการระเหยของน้ำที่พื้นผิวดินของพืชปกคลุมดิน (EVAPORATION) ดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2-2 แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน
(Geiger Rudolf 1950)

MICRO CLIMATE

การจำแนกสภาพอากาศแบ่งเป็น 2 ประเภทตามขนาดของสภาพภูมิประเทศ คือ

Macro Climate คือสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ หรือพื้นที่ที่มีขนาดหลายร้อยตารางไมล์

Micro Climate คือสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคารหรือโครงการที่มีอาณาบริเวณจำกัด

การปรับสภาพอากาศสามารถทำได้ตามขนาดของพื้นที่ดังนี้

<u>การปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่ (Macro Climate)</u>

1. สามารถควบคุม สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ
2. พื้นที่ขนาดใหญ่เป็นผลทำให้เกิดเงาฝนในหลายพื้นที่
3. อุณหภูมิจะลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น
4. อากาศเย็นจะไหลลงในบริเวณที่ลาดต่ำ และทรงตัวอยู่ในบริเวณหุบเขา
5. ทิศทางและปริมาณลมตามหุบเขาแปรผันไปตลอดวัน โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวัน และลมมีทิศทางพัดลงเนินเขาในเวลากลางคืน
6. ต้นไม้หลายประเภทปรับตัวได้ตามลักษณะของพื้นผิว ทั้งเหนือลมและใต้ลม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็ก (Micro Climate)

1. ปรับสภาพพื้นผิว (Topographical) เพื่อช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้
2. ใช้ต้นไม้ขนาดต่างๆ (Vegetation) ตามตำแหน่งต่างๆ เพื่อควบคุมสภาพอากาศ ทิศทางและความเร็วลม
3. ใช้พืชคลุมดิน (Ground Covering) เพื่อลดอุณหภูมิที่พื้นผิวและสร้างความเย็น (Cool Air Pocket) ที่บริเวณผิวดิน
4. ใช้ความเร็วลม (Wind Speed) เพื่อพัดพาเอาความร้อนออกไปและพัดพาเอาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่
5. ใช้น้ำ (Water Body) โดยอาศัยความเย็นจากผิวน้ำที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)

สภาวะน่าสบาย

P.O. Fanger (1961) ได้ค้นพบตัวแปรที่มีผลต่อ Thermal Comfort ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 6 ตัวแปร โดยแยกประเภทได้ดังนี้

1. ตัวแปรทางด้านบุคคล ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) และเสื้อผ้าที่สวมใส่

2. ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ(Ambient Air Temperature) อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และความเร็วลม (Wind Speed)

ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมเราสามารถวัดได้ (สุนทรและธนิต 2536) โดยอุณหภูมิอากาศโดยรอบนั้นจะเป็นตัวหลักในการบ่งบอกถึง Thermal Comfort โดยอุณหภูมิอากาศในช่วง Thermal Comfort อยู่ ระหว่าง 20°C-26°C (65°F-80°F) ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นที่จะทำให้ปรับอยู่ในสภาพ Thermal Comfort อุณหภูมิผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมก็เป็นตัวแปรที่จะทำให้ Thermal Comfort ดีขึ้นหรือเลวลงก็ได้

จากการศึกษาของ Olglay (1962) พบว่า ตัวแปรที่จะช่วยทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น พอจะสรุปได้ดังนี้

1. การมีความเร็วลมที่เพียงพอ จากการวิเคราะห์อิทธิพลของความเร็วลมที่มีต่อความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อใช้ความเร็วลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง พบว่าทุก ๆ 100 Fpm ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น คนเราจะรู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 ^{o}C (จากผลของ Regression Analysis โดยใช้ Data ของ Bioclitmatic Chart) ซึ่งหมายความว่า แม้อุณหภูมิอากาศจะร้อนกว่าปกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอ เราจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2. การที่มีอุณหภูมิผิววัตถุที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา (MRT) แตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศ โดยจาก 1 องศาของ MRT เท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ (Dry Bulb Temperature) เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวรอบๆ ตัวเรา (MRT) ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1^{o}C เราก็จะรู้สึกเย็นลง 1.4^{o}C เป็นต้น

3. การระเหยของน้ำ เนื่องจากการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ (Vapor) ต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ โดยการระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 BTU (Ashare 1989) นั้น หมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยได้ในอากาศ อากาศจะเย็นลงกว่าปกติ แต่จะเย็นลงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหย ก็มาจากอากาศในบริเวณนั้น

โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูง (ประมาณ 55% ขึ้นไป) การระเหยของน้ำจะเกิดได้ช้า (สุนทรและชนิต 2536) อย่างไรก็ตาม ต้นไม้ซึ่งสามารถดูดน้ำจากรากแล้วส่งผ่านไปยังใบเพื่อสังเคราะห์แสงจะทำให้น้ำระเหย (Transpiration) ผลที่ได้คือทำให้อากาศรอบ ๆ ต้นไม้เย็นลง อุณหภูมิรอบๆต้นไม้จึงเย็นลงตามไปด้วย ไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงขึ้นเพียงใดการ Transpiration ของต้นไม้ก็จะเกิดขึ้นได้เสมอ

L.A. Federer ใน The effects of tree in modifying urban micro-climate (ASLA 1976) ได้กล่าวถึงผลของต้นไม้ต่อ Micro Climate ไว้ดังนี้

ผลที่ชัดเจนที่สุดของต้นไม้ที่มีผลต่อ Micro Climate ก็คือร่มเงา ต้นไม้ดูดซับ และสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ สิ่งสำคัญของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ก็คือ ความสมดุลของพลังงานซึ่งแสดงให้เห็นหลายทาง เราต้องการร่มเงาในยามอากาศร้อน และต้องการดวงอาทิตย์ในยามอากาศหนาว ต้นไม้ที่เขียวทั้งปีให้ร่มเงาได้ตลอดปี ต้นไม้ที่ผลัดใบจึงแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลโดยให้ร่มเงาในเวลาฤดูร้อนและผลัดใบในฤดูหนาว

<u>การควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์</u>

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานแสงและความร้อน ดวงอาทิตย์เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นผลดีกับพื้นที่ด้านเหนือและในบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น อย่างไรก็ตาม บางครั้งรังสีดวงอาทิตย์ที่ไม่ถูกกรองหรือกำบังหรือสะท้อนจากพื้นผิวที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์นั้นร้อนเกินไป ต้นไม้และป่า จึงเป็นเครื่องมือควบคุมการแผ่รังสีที่ดีที่สุด สิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างหนึ่งของต้นไม้ทั้งในสภาพอากาศร้อนที่ซึ่งการแผ่รังสีเป็นสิ่งที่จะต้องทำการควบคุม และในสภาพภูมิอากาศอบอุ่นที่การแผ่รังสีเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในฤดูร้อนที่ต้องทำการควบคุม ต้นไม้และป่า มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการแผ่รังสีที่เป็นส่วนเกินและไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งช่วยควบคุมได้ 4 ทางดังนี้

- การดูดซับ (Absorbing)
- การสะท้อน (Reflecting)
- การแผ่รังสี (Radiating)
- การส่งผ่าน (Transmiting)

1. <u>การดูดซับ</u> (Absorbing)

มีหลายสิ่งมากมายเกิดขึ้นจากการที่รังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านโลกและต้นไม้หรือป่า สิ่งแรกที่เกิดขึ้น คือ การดูดซับโดยต้นไม้ในป่า การดูดซับถูกกล่าวถึงดังนี้

ป่าที่มีต้นไม้อยู่หนาแน่นจะดูดซับรังสีครึ่งหนึ่งหรือ 2 ใน 3 ของรังสีที่ส่องผ่านลงมา นับเป็น 60% - 90% ของพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งปริมาณที่ถูกดูดซับนี้ ยังขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและพัฒนาการของใบไม้อีกด้วย

ป่า ต้นไม้และใบไม้ดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ตลอดวัน ต้นไม้ในป่าได้รับค่ารังสีแสงอาทิตย์ต่างกันตามปริมาณที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ในช่วงที่ไม่มีลมและถูกจำกัดการพาความร้อน อุณหภูมิที่ใบไม้อาจจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 13°C ป่าที่หนาแน่นอาจดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ 75%-90% ของรังสีตกกระทบ โดยแต่ละใบอาจดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ได้ 25%

2. <u>การสะท้อน</u> (Reflecting)

ในขณะที่ต้นไม้ดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ ต้นไม้จะสะท้อนรังสีกลับไปสู่บรรยากาศเป็นสัดส่วนที่แน่นอน มีบางบทความได้กล่าวไว้เกี่ยวกับการสะท้อนรังสีของต้นไม้ในป่าดังนี้

ป่าที่มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่นจะดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ 75%-80% ส่งผ่าน 5% สะท้อน 15%-20% (Miller 1955) ลำต้นสะท้อนรังสีความร้อนน้อยกว่าใบไม้ แสงที่ส่องผ่านทะลุพุ่มของต้นไม้จะถูกสะท้อนอีกครั้ง การดูดซับลำแสงแต่ละครั้งจะดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านลงมายังผิวโลก การสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ทางใบไม้แปรผันตามรังสีคลื่นยาว พันธุกรรม อายุ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ความแห้งของสถานที่ ความสมบูรณ์ของดิน ฤดูกาล และระดับความสูงของต้นไม้ (Miller 1959)

3. การแผ่รังสี (Radiating)

ความร้อนที่เก็บสะสมโดยต้นไม้ที่เกิดจากป้องกันการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ยังคงอยู่ในดินและพื้นผิวใกล้เคียงจะมีระดับสูงในตอนกลางคืนและมีมากกว่าบริเวณที่เป็นดินเปล่า การป้องกันการแผ่รังสีของต้นไม้ทำให้เกิดความอุ่นโดยรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว ในตอนกลางคืน การแผ่รังสีจะเปลี่ยนทิศทางการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้า รังสีที่แผ่ออกไปด้านบนจะเย็น โดยต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 2.5°C เมื่อสภาพอากาศสงบนิ่งมีเมฆบางส่วนอุณหภูมิจะลดต่ำลง 0.4° C หรือน้อยกว่า

ความสัมพันธ์ของสัดส่วนระหว่างการสะท้อน การดูดซับ การแผ่รังสีและการส่งผ่านรังสีในฤดูร้อนเป็นดังนี้

	คลื่นสั้น	คลื่นยาว
การสะท้อน	10	-
การดูดซับ	80	(100)
การแผ่รังสี	-	10
การส่งผ่าน	10	90

ตารางที่ 2-1 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของการสะท้อนรังสี การดูดซับ การแผ่รังสีและการส่งผ่านของคลื่นชนิดต่างๆในช่วงฤดูร้อน (Seltzer 1935, as given in Geiger)

การควบคุมอุณหภูมิด้วยต้นไม้

ชนิดของต้นไม้ การเคลื่อนไหวของลม เปอร์เซนต์ของจำนวนฝนและความชื้นในบรรยากาศมีผลต่อการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ที่เห็นได้ชัดคือ ผลของอุณหภูมิบริเวณผิวดินใต้ต้นไม้

ในรายงานของ "Kittredge" ได้กล่าวถึงความสามารถของต้นไม้และป่าในการควบคุมอุณหภูมิ ไว้ว่า ใต้ต้นไม้ อาจจะลดรังสีแสงอาทิตย์น้อยกว่า 1% ของยอดต้นไม้ เพราะว่า ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนที่ต้นไม้ได้สกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์จึงทำให้อุณหภูมิอากาศใต้ต่ำกว่าบริเวณที่เปิดโล่ง

การควบคุมอุณหภูมิเป็นผลโดยตรงต่อการควบคุมรังสีแสงอาทิตย์ การควบคุมลมและการควบคุมน้ำฝน ต้นไม้ถูกใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยเฉพาะบริเวณใกล้พื้นดินโดยให้ร่มเงา การดูดซับค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านต้นไม้ มีจำนวนน้อยกว่าบริเวณที่ส่งผ่านรังสีแสงอาทิตย์มาโดยตรง โดยอุณหภูมิจะเย็นกว่าบริเวณที่โดนแสง ต้นไม้บางพื้นที่อาจทำให้อุณหภูมิลดลงได้แม้ว่าจะไม่สูงพอที่จะให้ร่มเงา หญ้าที่ปกคลุมผิวดินช่วยลดแสงและรังสีลงได้บ้างโดยการดูดซับรังสีและโดยการระเหยของน้ำที่ใบ

มีการค้นพบว่า อุณหภูมิที่ถูกปกคลุมโดยหญ้าจะเย็นกว่าพื้นที่เป็นดินเปล่า $10^{\circ}F$ - $14^{\circ}F$ ในฤดูร้อน ต้นไม้ผลัดใบเป็นเครื่องมือควบคุมอุณหภูมิที่ดี โดยให้ความเย็นในฤดูร้อนและให้แสงในฤดูหนาวต้นไม้ที่เลื้อยตามผนังเป็นเครื่องมือทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง ที่ทำให้อุณหภูมิเย็นลงโดยการระเหยและให้ร่มเงา

Forest Influence โดย Kittredge แสดงให้เห็นว่าต้นไม้และป่าสามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิได้พุ่มไม้ดังนี้ อุณหภูมิสูงสุดถูกปรับเปลี่ยนโดยป่า โดยมีผลในการทำให้ความร้อนลดต่ำลงที่ผิว โดยเป็นผลจากการพาของอากาศร้อน อิทธิพลนี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดและแสดงถึงทิศทางของรังสีแสงอาทิตย์ทั้งการพาความร้อนและการแผ่รังสี

มีผลการวิจัยในบริเวณป่าสนทางภาคเหนือของประเทศแคนาดาพบว่าอุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่เปิดโล่งคือ 50°C - 70°C ในขณะที่ใต้พุ่มไม้อุณหภูมิอยู่ในระหว่าง 9°C-13°C และค่อยๆลดต่ำลงในเวลากลางคืน

อิทธิพลของป่าในการลดอุณหภูมิที่สูงสุดของผิวดิน เป็นผลมาจากร่มเงาและฉนวนที่พื้นผิว อิทธิพลของร่มเงาให้ผลดีกว่า การใช้ทั้งฉนวนและร่มเงาทำให้อุณหภูมิลดลงถึง 2°C ร่มเงาของต้นไม้ที่ระดับความสูง 3 เมตรจะช่วยให้อุณหภูมิลดลง 6°C เมื่อเทียบกับที่ดินเปล่า และร่มเงาช่วยให้อุณหภูมิลดลง 10°C เมื่อเทียบกับที่โล่งรับแดดตลอดทั้งวัน (ASLA 1976)

การถ่ายเทความร้อน ใบไม้จะดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นผลทำให้อุณหภูมิใต้พุ่มไม้ลดลง พุ่มไม้นี้เองก็จะช่วยเก็บความร้อนภายใต้พุ่มไม้ไม่ให้แผ่ออกไป ดังนั้น การแผ่รังสีกลับคืนและการสูญเสียความร้อนในเวลากลางคืนจึงลดลง

ในระหว่างวัน ผลของร่มเงาที่ช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวดิน ปริมาณความร้อนที่ลดลงขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ที่ให้ร่มเงา เช่น ในเดือนกรกฎาคม ต้น Beech ช่วยลดอุณหภูมิลง 4.5°C ต้น Fir ลดลง 3.9°C ต้น Scoth Pine 3°C

ในระหว่างวันที่แสงแดดจัดในฤดูร้อน รังสีแสงอาทิตย์จะสัมผัสพุ่มใบไม้ การดูดซับความร้อนและการสะท้อนความร้อนจะเกิดขึ้น ดังนั้น ในบริเวณใต้พุ่มไม้จึงเย็นลงตามระดับความสูงโดย F.L. Waterhouse ได้สังเกตว่า อุณหภูมิจะสูงที่สุดในบริเวณที่มีการดูดซับความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนที่มากที่สุด นั่นคือบริเวณพุ่มไม้ด้านบนนั่นเอง

เวลากลางคืนความร้อนจะสูญเสียมากโดยการแผ่รังสีกลับสู่บรรยากาศ พุ่มของต้นไม้ก็จะเป็นตัวสกัดกั้นการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้า เพราะบริเวณพุ่มของต้นไม้สูญเสียความร้อนอย่างรวดเร็ว จึงเป็นส่วนที่เย็นที่สุดของป่า ในขณะที่อากาศบริเวณพุ่มต้นไม้เย็น ความร้อนก็จะเพิ่มความหนาแน่นและซึมลงไปในผิวดิน ดังนั้นในเวลากลางคืนอุณหภูมิจึงคงที่ ตั้งแต่พุ่มจนถึงดิน อุณหภูมิภายในผิวดินที่บริเวณใต้ต้นไม้ขยับขึ้นๆ ลงๆ น้อยกว่าในดินบริเวณโล่งโปร่ง ในเวลากลางคืน ผิวดินจะถูกทำให้ร้อนขึ้นและจะส่งผ่านไปยังบรรยากาศในเวลากลางคืน จึงทำให้ดินมีความเย็น เนื่องจากการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้า ดินใต้ต้นไม้ดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ใน

ระหว่างวันและจะส่งความร้อนกลับคืน อากาศที่บริเวณผิวดินจึงร้อนขึ้นมา ความสามารถที่พุ่มของต้นไม้จะกักเก็บความร้อนไว้ก็ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของใบไม้ เมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนก็จะดูดซับความร้อนจากผิวดินลงไปในดิน ความร้อนก็จะถูกส่งผ่านไปยังบริเวณที่ลึกกว่า ดังนั้นที่ผิวดินจึงเย็น อุณหภูมิได้พุ่มของใบไม้จนถึงพื้นจะค่อยๆ คงที่หลังจากฝนตกได้สักระยะ ที่บริเวณผิวดินจะมีใบไม้ที่ตกลงมา จึงเป็นฉนวนที่ดีสำหรับพื้นดิน อุณหภูมิที่ผิวดินจึงเปลี่ยนไม่มากนักในระหว่างเวลากลางวัน ในยามที่ไม่มีลมดินที่เย็นภายใต้ร่มเงาจะดูดซับความร้อนได้เร็วกว่าการส่งผ่านโดยการนำความร้อนและการพาความร้อน

การใช้ต้นไม้เพื่อควบคุมสภาพอากาศนั้นมีได้หลายวิธี แต่ที่เด่นชัดที่สุดคือการกรองรังสีจากดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังช่วยควบคุม กีดขวางการเคลื่อนที่ของลม ฝน หิมะ เป็นต้นได้ตลอดทั้งวันทั้งคืนตลอดปี การควบคุมสภาพอากาศของต้นไม้ขึ้นอยู่กับรูปทรงและชนิดของต้นไม้ การเลือกต้นไม้ด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการจะควบคุมสภาพอากาศ จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และความต้องการพิเศษของพื้นที่นั้น ๆ ด้วย

ในบทความลงวันที่ 11 เมษายน 1971 ใน New York Times หัวข้อ Green Grass That's not so Green โดย S. Elwynn Taylor Geralp Pingel ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้หญ้าจริงและหญ้าเทียมดังนี้

อุณหภูมิผิวดินในบริเวณที่มีหญ้าจริง จะเย็นกว่าที่เป็นหญ้าเทียม เพราะว่าขบวนการระเหยกลายเป็นไอ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน เป็นผลมาจากการดูดซับความร้อนของแสงอาทิตย์ การวัดการสะท้อนมีผลดังนี้ หญ้าสะท้อน 2.94 เท่า ในขณะที่หญ้าเทียมและแอสฟัลท์จะสะท้อน 1.78 เท่า ส่วนการดูดซับความร้อน หญ้าดูดซับ 78.4% แอสฟัลท์ 87% และหญ้าเทียม 92.7%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอก

ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศโดยรอบอาคาร โดยใช้องค์ประกอบทางธรรมชาติ (Micro Climate) เพื่อการประหยัดพลังงานนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในเบื้องต้นของการออกแบบ ก็คือ สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร การออกแบบสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เพื่อให้มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศรอบนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายใน (ΔT) ลดน้อยลง ก็จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ Thermal Comfort ในอาคารดีขึ้นดังสมการ

$$Q = U*A*\Delta T$$

โดย Q = ความร้อนที่เข้ามาในอาคาร Btu/hr

U = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนัง Btu/hr (sqft) F°

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน

การออกแบบสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร (Micro Climate) เพื่อปรับอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารให้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ (Macro Climate) นั้น ต้องอาศัยการทำให้เกิดความเย็น (Cool Air Pocket) จากต้นไม้ พืชคลุมดิน น้ำ ความเร็วลม และสภาพภูมิประเทศของบริเวณนั้น ๆ การออกแบบเพื่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในน้อยลง จะช่วยทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้น้อยลง การพึ่งอุปกรณ์เครื่องจักรกลเพื่อการปรับอากาศก็จะลดน้อยลง ส่งผลทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าลง

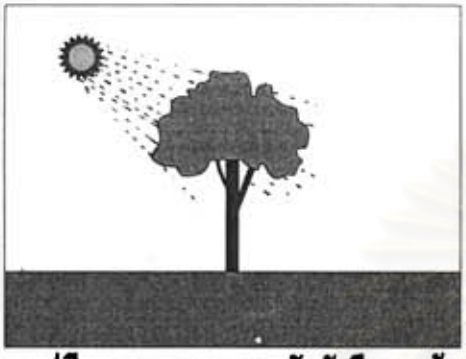
จากผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร ที่ทำให้อุณหภูมิอากาศโดยรอบอาคารลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิอากาศในระดับ Macro Climate มีดังนี้

1. ต้นไม้ (VEGETATION)

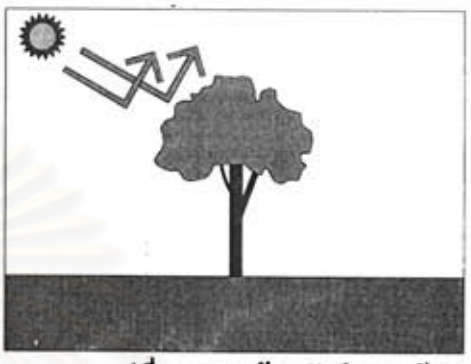
การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ บางส่วนจะถูกดูดซับโดยบรรยากาศสะท้อนในบริเวณก้อนเมฆและบางส่วนจะผ่านลงมายังผิวโลก ต้นไม้จะทำหน้าที่ดูดซับและกลั่นกรองการแผ่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

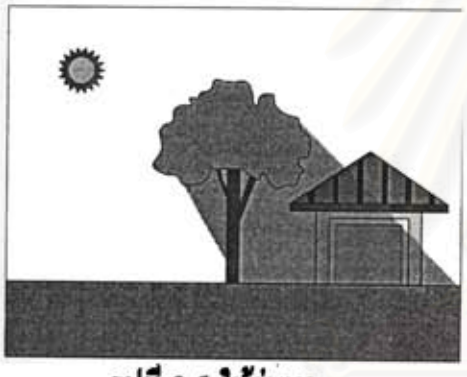
รังสีดวงอาทิตย์ก่อนที่จะตกกระทบผิวดิน ดังนั้น ค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวดินใต้ต้นไม้จึงลดลง นอกจากนี้ ความเย็นที่ใต้ต้นไม้เกิดขึ้นได้จากการคายน้ำ (Evaporation) ของใบไม้ซึ่งดูดน้ำจากดินผ่านทางรากขึ้นมาเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ใบไม้จำนวนมหาศาลนอกจากจะทำหน้าที่กลั่นกรองรังสีจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังทำหน้าที่เก็บกักความเย็น (Cool Air Pocket) เอาไว้ได้ โดยอุณหภูมิใต้ต้นไม้นี้ จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน



รูปที่ 2-3 กรองและดูดซับรังสีความร้อน
(Filtration and Absorbtion)

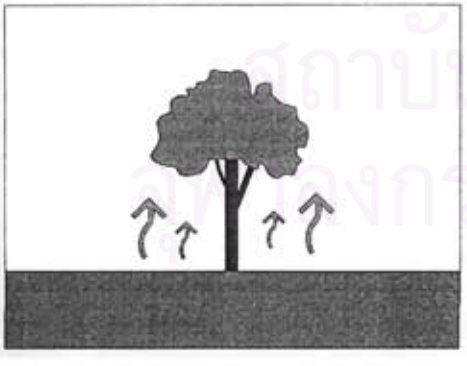


รูปที่ 2-4 สะท้อนรังสีความร้อน
(Reflection)

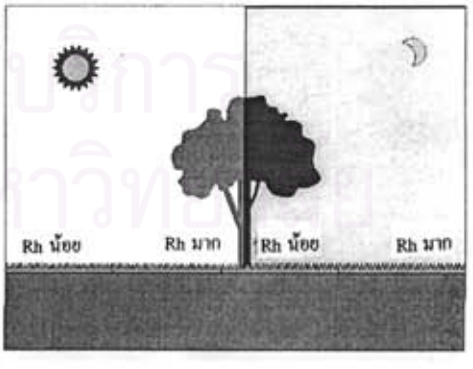


รูปที่ 2-5 ให้ร่มเงา
(Layer Canopy)

รูปที่ 2-6 คายน้ำ
(Transpiration)



รูปที่ 2-7
ต้นไม้ช่วยควบคุม Heat Lost ตอนกลางคืน



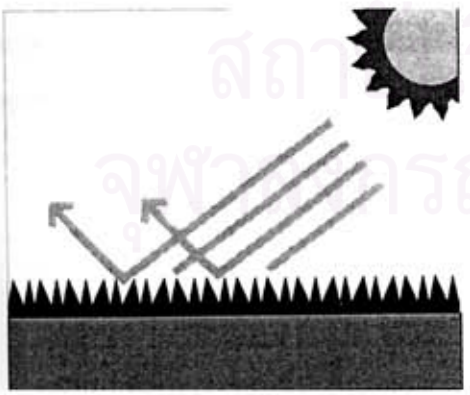
รูปที่ 2-8
ต้นไม้ช่วยควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์

ร่มเงาจากต้นไม้เกิดจากการที่พุ่มของใบไม้ช่วยกลั่นกรองรังสีจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิว เปลี่ยนสถานะจากรังสีคลื่นสั้นเป็นพลังงานความร้อนในรูปรังสีคลื่นยาวลดน้อยลง หากร่มเงาตกกระทบผนังอาคารโดยเฉพาะผนังด้านที่โดนแดดตลอดวันทางด้านทิศใต้หรือทางทิศตะวันตก ก็จะทำให้อุณหภูมิผิวของอาคาร (SurfaceTemperature) ลดลง ส่งผลให้ ΔT ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในต่างกันน้อยลง

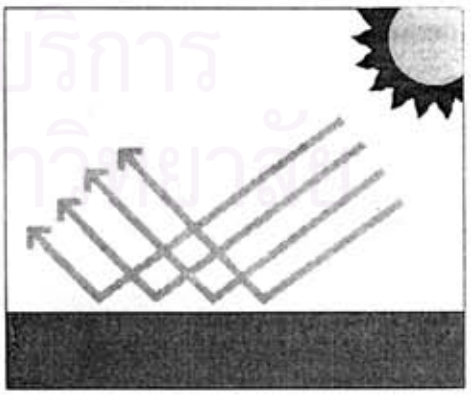
ต้นไม้ยังช่วยทำให้ลดการสูญเสียความร้อน โดยในช่วงเวลากลางคืนนั้น ความร้อนที่ถูกสะสมอยู่ใต้ผิวดิน จะถูกถ่ายเทกลับคืนสู่ท้องฟ้าซึ่งมีอุณหภูมิลดต่ำลง ความร้อนที่ออกสู่บรรยากาศเกิดการส่งผ่านโดยการพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) โดยในเวลากลางคืน อุณหภูมิอากาศในบริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง จะต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศในบริเวณใต้ต้นไม้ เนื่องจากพุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวขัดขวางการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้า

2. <u>พืชคลุมดิน</u> (GROUND COVERING)

การแผ่รังสีความร้อนส่งผ่านสู่ผิวดินจะถูกแปลงสถานะเป็นพลังงานความร้อน ส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ผิวดิน บางส่วนสะท้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า พืชคลุมดินเช่นหญ้าจะช่วยปกคลุมพื้นผิวดินโดยลดการแผ่รังสีความร้อนไปได้บ้าง หญ้าจะช่วยสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์และดูดซับบางส่วน พืชคลุมดินทำหน้าที่คล้ายพุ่มใบของต้นไม้ที่ช่วยกลั่นกรอง (Filtration) รังสีจากดวงอาทิตย์ ใบหญ้ายังคายน้ำ (Transpiration) อีกด้วย นอกจากนี้สีที่เขียวเข้มของหญ้าก็ทำให้สภาพแวดล้อมดูสบายตา (Visual Comfort) และลดความจ้า (Glare)ได้ดีอีกด้วย



รูปที่ 2-9 ผิวหญ้าที่หยาบและมีสีทึบ



รูปที่ 2-10 ผิวเรียบของผิวคอนกรีต

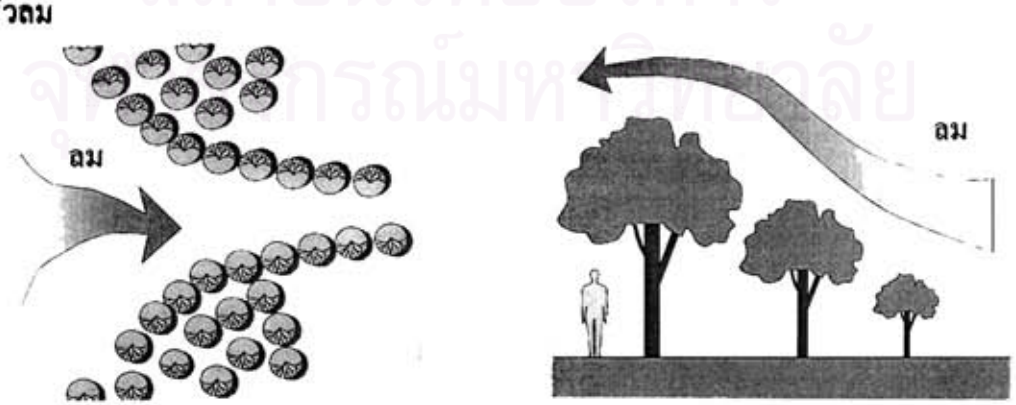
3. น้ำ (WATER BODY)

น้ำมีคุณสมบัติคล้ายกับดิน โดยที่ระดับความลึกต่างๆของน้ำมีอุณหภูมิเกือบคงที่ (Stable) น้ำทำหน้าที่เป็นตัวเก็บกักความร้อน (Heat Sink) เนื่องจากมวลที่ใหญ่ของน้ำ นอกจากนี้น้ำยังมีคุณสมบัติที่ทำให้ให้เกิดความเย็น โดยการระเหยของน้ำในบริเวณผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ โดยต้องอาศัยพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มาเปลี่ยนสถานะของน้ำ และพึ่งพาลมที่จะช่วยพัดพาเอาอากาศเย็นที่เกิดจากการลดอุณหภูมิในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากพลังงานความร้อนถูกดึงไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

รูปที่ 2-11 ลมพัดพาเอาความเย็นที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอที่ผิวน้ำ

4. ความเร็วลม (WIND SPEED)

ลมช่วยทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย โดยกระแสลมจะพัดผ่านผิวของร่างกายมนุษย์ทำให้เหงื่อระเหยได้เร็วขึ้น รวมทั้งพัดพาเอาความร้อนออกจากร่างกาย อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยเฉพาะต้นไม้หรือองค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น ก็มีผลต่อทิศทางและความเร็วลม



แปลน รูปด้านข้าง

รูปที่ 2-12 ต้นไม้ช่วยบังคับทิศทางและความเร็วลม