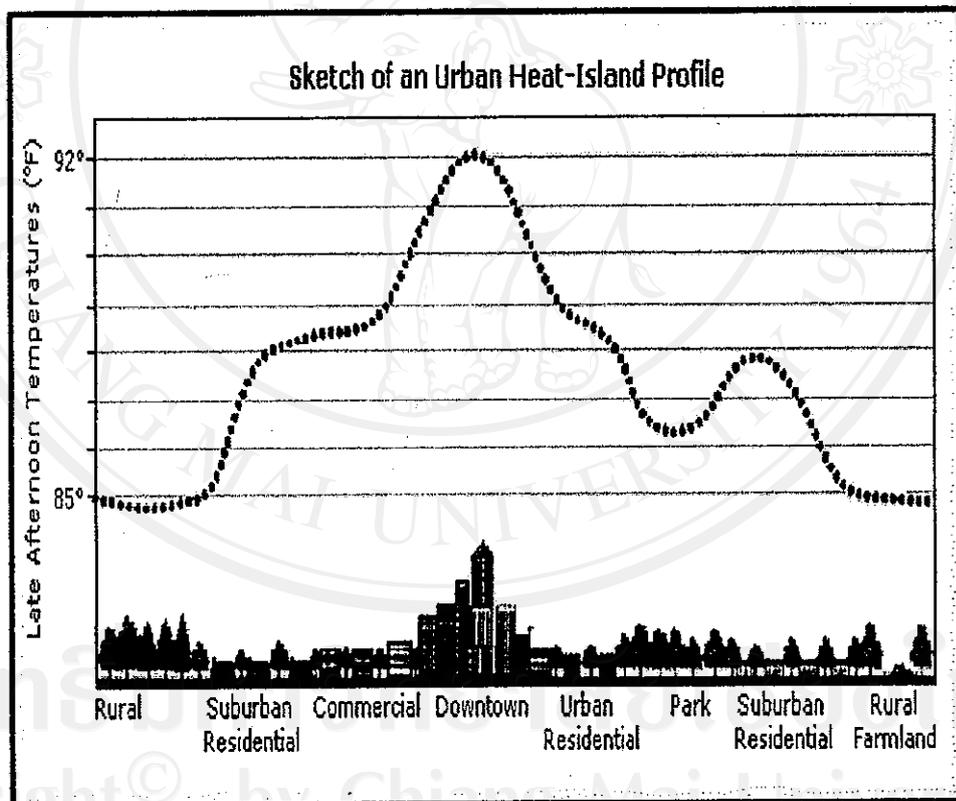


บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

เกาะความร้อนของเมือง (Urban Heat Island) คือการที่อุณหภูมิอากาศ ในเขตชุมชนเมืองสูงกว่าพื้นที่โดยรอบที่เป็นเขตเกษตรกรรมและพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ ประมาณ 2-5 องศาเซลเซียส หรือกล่าวสรุปว่า คือปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิในเขตเมืองสูงกว่าอุณหภูมิในเขตชนบท



รูปที่ 2.1 การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

ที่มา : T.R.OKE, อ้างใน HEMUT E.LANDBERG, The Urban Climate (New York :Academic Press,1981)

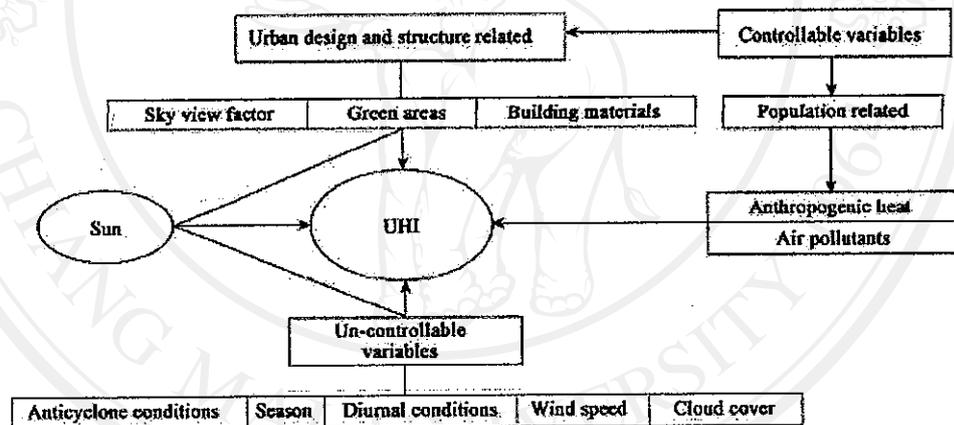
2.2 การเกิดกลุ่มความร้อนในเขตเมือง

2.2 การเกิดกลุ่มความร้อนในเขตเมือง

UHI เป็นการตอบสนองซึ่งกันและกันของปัจจัยหลายตัว ซึ่งสามารถจำแนกประเภทได้อย่างกว้าง ๆ ว่าเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ปัจจัยที่ควบคุมได้และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ สามารถแบ่งประเภทได้เป็นตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อชั้วคราว เช่น ความเร็วลมการปกคลุมของเมฆ และตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออย่างถาวร เช่น พื้นที่สีเขียว วัสดุก่อสร้าง และตัวแปรการมองเห็นในท้องฟ้า และตัวแปรที่ส่งผลกระทบเป็นวงจร เช่น การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และแหล่งความร้อน Anthropogenic ความร้อนที่เกิดขึ้นและสะสมอยู่ในพื้นที่มาจากดวงอาทิตย์ในรูปการแผ่รังสีความร้อนและจากโรงงานไฟฟ้า ยานพาหนะ เครื่องปรับอากาศ และแหล่งความร้อน Anthropogenic อื่นๆ ความร้อน Anthropogenic เกือบทั้งหมดเข้าไปยังสภาพแวดล้อมโดยตรงในทันที ในทางตรงข้าม การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เพียงส่วนเดียวเท่านั้นที่ทำให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยตรงที่เหนือจะถูกดูดซับ โดยสิ่งก่อสร้างในเมืองและและทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยตรง การแผ่ความร้อนแบบพื้นฐานและกระบวนการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การเป็นสื่อ นำ การพาความร้อน และการแผ่รังสีมีบทบาทในการแลกเปลี่ยนความร้อน สิ่งก่อสร้างที่ระดับพื้นดิน เช่น กำแพงและหลังคา สวนน้ำ พื้นที่สีเขียว สนามหญ้า และบริเวณปูคอนกรีต ฯลฯ จะจับรังสีความร้อนในปริมาณที่ต่างกัน โครงสร้างธรรมชาติและโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นจะดูดซับและเก็บกักรังสีนี้ในรูปของพลังงานความร้อนตั้งแต่ช่วงพระอาทิตย์ขึ้นจนถึงช่วงบ่ายแก่ๆ หลังจากนั้นพระอาทิตย์จะตกและสภาพแวดล้อมก็จะเริ่มเย็นลง พลังงานความร้อนที่ถูกกักเก็บอยู่ในสิ่งก่อสร้างจะถูกปล่อยออกมายังสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตาม วิธีการและปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยออกมาจากสิ่งก่อสร้างในเมืองขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ควบคุมได้อื่นๆ เช่นปัจจัยมุมมองบนท้องฟ้าและวัสดุก่อสร้างในพื้นที่เมืองทั่วไปนั้น วัสดุสิ่งก่อสร้างจำนวนมากถูกจัดวางภายในพื้นที่เล็กๆ ซึ่งดักจับรังสีความร้อนเข้มข้นสูง ความสามารถในการปล่อยความร้อนโดยการแผ่รังสีแบบคลื่นยาวในตัวเมืองนั้นมีค่าเนื่องจากการมองเห็นบนท้องฟ้าที่ลดลงซึ่งส่งผลให้มีการกักเก็บความร้อนสูงในสิ่งก่อสร้าง เชื่อกันว่า Albedo ซึ่งเป็นแสงสะท้อนเมื่อเปรียบเทียบกับแสงจากต้นกำเนิดนั้นมีค่ามากในตัวเมืองเนื่องจากสภาพท้องถนนโดยทั่วไป และเป็นเหตุผลหลักอย่างหนึ่งของอุณหภูมิอากาศที่สูง ดังนั้นค่าการออกแบบ Albedo และตัวแปรการมองเห็นในท้องฟ้าจึงถูกรายงานว่าเป็นปัจจัยสำคัญสองตัวในการสร้าง UHI สิ่งก่อสร้างที่ขรุขระมากในพื้นที่เมืองจะลดการหมุนเวียนขจัดความร้อนและการถ่ายเทความร้อนโดยลม คุณสมบัติด้านความร้อนทั่วไปของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในเขตเมือง เช่น ฉนวนความร้อน เป็นตัวสนับสนุนที่มีศักยภาพ เป็นที่เชื่อกันว่ามลภาวะ

ทางอากาศในละอองของเหลวที่มีอยู่มากมายในเขตเมืองที่เต็มไปด้วยมลภาวะนั้นสามารถดูดซับและสะท้อนรังสีคลื่นยาวและยับยั้งการเย็นตัวของพื้นผิว ทำให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกเทียม นำไปสู่ UHI

มีการรายงานว่ UHI เป็นผลมาจากตัวแปรผลกระทบชั่วคราวในบางลักษณะ ได้รายงานว่ สภาพความกดอากาศสูงจะเพิ่มความเข้มข้นของกลุ่มความร้อนเขตเมือง (UHII) การศึกษาหลายชิ้นได้รายงานถึงอิทธิพลของความเร็วลมและการปกคลุมของเมฆที่เกิดจาก UHI ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่ UHI มีความสัมพันธ์เชิงลบต่อความเร็วลมและการปกคลุมของ ประชากรสามารถส่งผลกระทบได้เป็นสองเท่าต่อการเกิดความร้อน ผลกระทบ โดยตรงคือเมื่อมีประชากรมากขึ้นก็หมายความว่ามีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้น และผลกระทบทางอ้อมคือจำนวนสิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น



รูปที่ 2.2 การเกิดกลุ่มความร้อนในเขตเมือง (UHI)

ที่มา : Rizwan Ahmed Memon et al., 2007

มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ตัวแปรอื่นเช่นปัจจัยการมองเห็นในท้องฟ้า, ความร้อน Anthropogenic, การออกแบบและวัสดุอาคารมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มปริมาณความร้อน ปัจจัยเหล่านี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับประชากรและอาจเกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณความร้อนหรือไม่ก็ได้เมื่อประชากรเพิ่มขึ้น ดังนั้นประชากร สามารถเพิ่มปริมาณความร้อนในพื้นที่ได้แต่ก็ไม่เสมอไป เนื่องจาก UHI จะเป็นการตอบสนองซึ่งกันและกันของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ประชากร, ควรมีการเปรียบเทียบตัวแปรที่ควบคุมได้ทั้งหมดและไม่ควรจำกัดเฉพาะประชากรหรือปัจจัยอื่น การ

เปรียบเทียบตัวแปรที่ควบคุมได้และ UHI ที่สัมพันธ์กับพื้นที่ต่าง ๆ อาจช่วยระบุปัจจัยสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ

สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐฯ (EPA) ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า:

“เกาะความร้อนเกิดขึ้นเมื่อพืชพรรณถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลท์และคอนกรีตที่ใช้ทำถนน อาคารและโครงสร้างอื่นที่มีความจำเป็นสำหรับการเพิ่มที่อยู่อาศัยและที่ทำงานของประชากร ผิวพื้นเหล่านี้ดูดซับมากกว่าสะท้อนความร้อนจากแสงแดด ทำให้อุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น” การใช้วลี “เกาะความร้อน” อีกแนวหนึ่งได้แก่การใช้หมายถึงบริเวณใดๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะมีการอยู่อาศัยหรืออาคารบ้านเรือนหรือไม่ก็ตามแต่มีการเกิดความร้อนสูงกว่าบริเวณโดยรอบในบางเมืองอาจเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดในตอนกลางคืน หรือในบางครั้งในฤดูหนาว โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิหลายองศาระหว่างศูนย์กลางเมืองและบริเวณชุกชุมเมือง ความแตกต่างของอุณหภูมิของสองบริเวณดังกล่าวนี้มักปรากฏในรายงานพยากรณ์อากาศของต่างประเทศ เช่น “อุณหภูมิกลางวัน 68 องศา และชานเมือง 64 องศา” เป็นต้น

2.3 ลักษณะการเกิดช่วงกลางวัน

องค์คณะรัฐบาลนานาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (IPCC) ได้ออกแถลงการณ์ดังนี้ “เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ที่ไม่ใช่เมือง เกาะความร้อนเมืองทำให้อุณหภูมิเมืองในตอนกลางคืนมากกว่าอุณหภูมิเมืองตอนกลางวัน” ตัวอย่างเช่น เมืองมอเรโน-การ์เซีย (Int. J. Climatology, 1994) พบว่าอุณหภูมิของเมืองบาเซโลนาเย็นกว่า 0.2°C สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดประจำวันและร้อนกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดประจำวันของสถานีตรวจวัดในพื้นที่ชนบทใกล้เคียง 2.9°C ความจริงแล้วรายงานทำนองนี้แรกสุดเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเป็นของลูกเฮวาร์ด (Luke Howard) ในปี พ.ศ. 2363 ว่า: “เฮวาร์ดได้ค้นพบว่าศูนย์กลางของเมืองในเวลากลางคืนร้อนกว่าพื้นที่พื้นที่ชนบทใกล้เคียงซึ่งเป็นสภาวะที่เรียกกันในปัจจุบันว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในการนำเสนอในการประชุม” “ภูมิอากาศของลอนดอน” (พ.ศ. 2363) ในการเปรียบเทียบการอ่านค่าอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างลอนดอนกับชนบทในช่วงเวลา 9 ปี เฮวาร์ดให้ข้อคิดเห็นว่า “ในเมืองตอนกลางคืนร้อนกว่า 3.70° และตอนกลางวันเย็นกว่า 0.34° เมื่อเทียบกับชนบท” เฮวาร์ดกล่าวว่าความแตกต่างนี้เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากในเมือง ถึงแม้จะมีปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจะแลเห็นชัดกว่าในเวลากลางคืน แต่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองก็ได้แสดงให้เห็นความ

ชัดเจนและที่ค่อนข้างชัดเจนลักษณะการเกิดตอนกลางวัน อุณหภูมิปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจะมากในตอนกลางวันและน้อยกว่าในตอนกลางคืน ในขณะที่สิ่งตรงกันข้ามก็เป็นความจริง คืออุณหภูมิที่พื้นผิวของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่ร้อนกว่า จากการศึกษาของ Roth et al. (1990): ความแตกต่างของอุณหภูมิมิฟพื้นระหว่าง เมือง-ชนบท ในตอนกลางคืนน้อยกว่าตอนกลางวันมาก ซึ่งนี่ก็คือการกลับกันของอุณหภูมิกลิสมิฟพื้นตลอดช่วงเวลากลางวัน โดยเฉพาะเมื่อท้องฟ้าปราศจากเมฆ มิฟพื้นของเมืองจะร้อนขึ้นจากการดูดซับการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมิฟพื้นของเมืองจะร้อนเร็วกว่ามิฟพื้นในชนบท โดยคุณสมบัติในการจุความร้อนที่ที่สูงมากมิฟพื้นของเมือง (รวมมิฟอาคารและโครงสร้างอื่นๆ) จึงกลายเป็นแหล่งเก็บกักพลังงานความร้อนขนาดยักษ์ (ตัวอย่างเช่นคอนกรีตสามารถจุความร้อนได้เป็น 2,000 เท่าของอากาศในปริมาตรเท่ากัน) ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิมิฟที่สูงมากของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงปรากฏชัดในภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายด้วยรังสีความร้อน (e.g. Lee, 1993) อย่างไรก็ตามในกรณีของความร้อนช่วงกลางวันก็ทำให้เกิดปรากฏการณ์ “การพาความร้อน” (convective) โดยลมภายใน “เขตชั้นเมือง” (boundary layer) มีการเสนอทฤษฎีว่าเนื่องจากการผสมกันของบรรยากาศอุณหภูมิกลิสมิฟอากาศในปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงมีน้อยหรือเกือบไม่มีเลยแม้อุณหภูมิมิฟพื้นผิวจะร้อนมากก็ตาม (Camilloni and Barros, 1997)

ส่วนในตอนกลางคืนสถานการณ์กลับกลับกันการไม่มีความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ทำให้การพาความร้อนในบรรยากาศลดลงเขตชั้นเมืองเริ่มมี “ชั้นผกผัน” (inversion layer) จึงเกิดขึ้นและกักอากาศบริเวณใกล้ผิวในเมืองไว้ การร้อนขึ้นที่มาจากมิฟพื้นที่ยังร้อนจึงเกิดได้กลายเป็นอุณหภูมิกลิสมิฟอากาศตอนกลางคืนของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง คำอธิบายสำหรับการเพิ่มขึ้นสูงสุดของอุณหภูมิตอนกลางคืนคือต้นเหตุหลักของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองนั้นเกิดจากการปิดกั้น “วิวท้องฟ้า” ในช่วงที่กำลังอุณหภูมิกำลังเย็นลง มิฟพื้นสูญเสียความร้อนจำนวนมากในตอนกลางคืนด้วยการแผ่รังสีให้แก่ท้องฟ้า (ซึ่งค่อนข้างเย็น) แต่สำหรับในเมืองมีอาคารต่างๆ จำนวนมากปิดกั้นการแผ่รังสีเอาไว้ปกปิดการเย็น โดยการคายรังสีจะเพิ่มมากขึ้นอย่างสำคัญเมื่อลมไม่แรงและท้องฟ้าไม่มีเมฆ ดังนั้นปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่เกิดมากในตอนกลางคืน

2.4 ความสัมพันธ์ที่มีต่อปรากฏการณ์โลกร้อน

เนื่องจากบางส่วนของบางเมืองอาจร้อนกว่าบริเวณโดยรอบได้หลายองศา จึงเป็นที่ห่วงใยว่าผลของการพัฒนาเมืองแบบกระจาย (Urban sprawl) อาจถูกแปลความหมายผิดไปว่าเป็นตัวการทำให้

ในคืนลมสงบมากกว่าคืนลมแรง เพราะการพัดของลมพาความร้อนออกไปจากเมืองและจากเครื่องมือที่
ใช้วัด แต่กลับไม่ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันของอุณหภูมิในคืนลมสงบและคืนลมแรง ผู้วิจัยจึงได้
กล่าวว่า “เราแสดงให้เห็นว่า โดยรวมทั้ง โลกแล้ว อุณหภูมิเหนือพื้นผิวแผ่นดินเพิ่มเท่าๆ กันขึ้นในคืน
ลมแรงและคืนลมสงบ ซึ่งแสดงว่าการร้อนขึ้น โดยรวมของโลกไม่ได้เกิดจากการพัฒนาเมือง อย่างไรก็ตาม
ตาม โรเจอร์ เอ. พีเอลเก (Roger A. Pielke) อ้างว่า การศึกษาของปาร์กเกอร์ (2004) นั้น “มีประเด็น
ปัญหาที่หนักที่การสรุป” จากการศึกษาที่ตีพิมพ์ในวารสาร “Geophysical Research Letters” ที่กล่าวว่า
“ถ้าความร้อนของขอบเขตชั้นกลางคืน (nocturnal boundary layer heat) เปลี่ยนไปตามเวลา แนวโน้ม
อุณหภูมิในขณะลมอ่อนในชั้นผิวพื้นก็จะเกี่ยวกับผลของความสูง และว่า แนวโน้มในลักษณะเดียวกัน
ของอุณหภูมีย่อมไม่เกิดในชั้นผิวพื้นทั้ง ในคืนลมสงบและคืนลมแรงอีกมุมมองหนึ่งมักเป็นข้อกังขา
เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ที่ว่าการเพิ่มของอุณหภูมิที่มากจะพบที่เทอร์โมมิเตอร์ที่ตั้งวัดบนดินเกิดจากการ
เพิ่มการพัฒนาเมืองและการวางตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดในเมือง อย่างไรก็ตาม มุมมองนี้เป็นเพียง
การนำเสนอใน “บทความแบบทั่วไป” (popular literature) ซึ่งไม่ปรากฏว่ามีการสอบทานโดยผู้รู้ของ
วารสารวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด รายงานการประเมินฉบับที่ 4 ของ IPCC (Fourth Assessment Report
from the IPCC) (2007: p.244) กล่าวไว้ดังนี้ การศึกษาที่มองในระดับซีกโลกและระดับโลกสรุปว่า
แนวโน้มที่สัมพันธ์กับเมืองนับเป็นลำดับของขนาดที่เล็กกว่าแนวโน้มรอบทศวรรษและแนวโน้มใน
ช่วงเวลาที่นานกว่าที่ปรากฏให้เห็นในอนุกรม ผลลัพธ์นี้ส่วนหนึ่งอาจเป็นลักษณะที่เกิดจากการละเว้น
ชุดข้อมูลตามตารางของสถานีตรวจที่มีจำนวนน้อย (<1%) ที่ปลอดจากแนวโน้มการร้อนที่สัมพันธ์กับ
เมือง ในชุดข้อมูลทั้งโลกที่มี 270 สถานี ปาร์กเกอร์ Parker (2004, 2006) กล่าวว่าแนวโน้มอุณหภูมิ
ต่ำสุดช่วงการร้อนกลางคืนในช่วง พ.ศ. 2493 – พ.ศ. 2543 ไม่ได้เสริมขึ้นที่มีลมสงบ ซึ่งน่าจะเป็นเวลาที่
ควรได้รับผลกระทบจากความร้อนเมือง ดังนั้น แนวโน้มการร้อนของพื้นผิวโลกที่ถกเถียงกันไปแล้วไม่
น่าที่จะได้รับอิทธิพลมากจากการเพิ่มการพัฒนาเมือง (Parker, 2006). ในทำนองเดียวกัน ผลการ
ประเมินนี้เพิ่มการร้อนขึ้นของเมืองในระดับเดียวกันย่อมไม่แน่นอน ดังปรากฏตาม TAR: 0.006°C ต่อ
ทศวรรษนับตั้งแต่ พ.ศ. 2443 สำหรับบนแผ่นดิน และ 0.002°C ต่อทศวรรษนับตั้งแต่ พ.ศ. 2443
สำหรับการผสมรวมแผ่นดินกับมหาสมุทร ในขณะที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองของมหาสมุทร
เท่ากับศูนย์

2.5 การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

มีเทคนิควิธีการศึกษาที่หลากหลายซึ่งแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับพื้นที่แตกต่างกันออกไป โดยมีวิธีศึกษาที่เป็นที่นิยม 4 วิธีหลักดังนี้ (Henry et al., 1989)

2.5.1 การตั้งสถานีตรวจวัดอากาศ โดยเลือกตั้งสถานีทั้งในพื้นที่เมืองและพื้นที่ชนบทเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวของทั้งสองบริเวณ แต่วิธีนี้มีปัญหาตรงที่จะตรวจเลือกสถานีตรวจวัดอย่างไรให้เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ และต้องใช้สถานีจำนวนมาก

2.5.2 การใช้ยานพาหนะวิ่งตรวจวัดอุณหภูมิ ได้เฉพาะบริเวณที่เป็นถนน และข้อจำกัดด้านระยะเวลาเนื่องจากยานพาหนะใช้เวลาในการเดินทาง ทำให้ค่าอุณหภูมิที่ได้ มีความต่างของช่วงเวลา ซึ่งส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการวิเคราะห์

2.5.3 การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ สามารถทำนายค่าได้ในช่วงเวลาในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน แต่ติดปัญหาที่สำคัญคือ ตัวแปรซึ่งจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงมากที่สุด เพราะจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับ

2.5.4 การใช้เทคนิคสำรวจข้อมูลระยะไกล โดยอาศัยช่วงข้อมูลคลื่นความร้อนในการตรวจหาอุณหภูมิพื้นผิวของเมือง มีข้อดีจากการพัฒนาประสิทธิภาพของดาวเทียม ทำให้มีระบบบันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของเมืองได้อย่างต่อเนื่อง

2.6 การคำนวณกลุ่มความร้อนในเขตเมือง

UHII เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการประเมินความรุนแรงของการทำให้กลายเป็นเมืองอย่างไรก็ตาม มันให้ความสว่างเล็กน้อยจากความร้อนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความร้อนต่างๆ ความสมดุลพลังงานพื้นผิว (SEB) ซึ่งให้แนวคิดเกี่ยวกับความร้อนที่เกิดขึ้นและถูกกักเก็บอยู่ในพื้นที่สามารถช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับความร้อนที่เกิดจากแหล่งต่าง ๆ ได้ UHII, SEB และเทคนิคสนับสนุนสำคัญที่ใช้ในการคำนวณ UHII และ SEB

2.6.1 ความเข้มข้นกลุ่มความร้อนเขตเมือง (Urban Heat Island Intensity: UHI)

UHI ถูกกำหนดว่าเป็นความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างตัวเมืองกับบริเวณชนบทรอบข้าง อย่างไรก็ตาม กรอบความคิดนี้ครอบคลุมแนวคิดที่หลากหลายซึ่งได้แก่ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างบริเวณเมืองที่ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างดีและบริเวณที่ได้รับการพัฒนาน้อยที่สุด หรือระหว่างบริเวณที่มีการก่อสร้างแตกต่างกันสองแห่ง Wong และ Yu (2005) ได้รายงาน UHI สูงสุด 4°C ระหว่างบริเวณที่มีการเพาะปลูกอย่างเต็มที่และบริเวณที่มีการก่อสร้างมากที่สุดของเขตธุรกิจในประเทศสิงคโปร์ Giridharan et al. (2004, 2005) ได้รายงาน UHI ขนาดใหญ่กว่าค่าถึง 0.4°C และสูงถึง 1.5°C ภายในและระหว่างที่คืนการเคหะในฮ่องกง UHI ที่รายงานขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศและพื้นผิว ทั้งสองอย่างแสดงแนวโน้มที่ต่างกัน ได้มีการรายงานว่า UHI สูงในช่วงเวลากลางวันหรือเช้ามืดและต่ำในเวลากลางวัน UHI ที่รายงานมีความผันแปรไปในแต่ละพื้นที่และวิธีการ Saitoh et al. (1995) ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อรายงานอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดโดยมี UHI 12°C ในกรุงโตเกียว Hafner และ Kidder (1999) ได้สร้างแบบจำลองและรายงานอุณหภูมิพื้นผิวโดยมี UHI 1.2°C และอุณหภูมิอากาศโดยมี UHI เพียง 0.6°C ในแอตแลนตา, สหรัฐอเมริกา Kim and Baik (2005) ใช้ข้อมูลสถานีตรวจวัดสภาพอากาศเพื่อรายงานอุณหภูมิอากาศโดยมี UHI 3.4°C ในกรุงโซล ในขณะที่ Hung et al. (2005) ได้รายงานอุณหภูมิพื้นผิวโดยมี UHI 8°C ในกรุงโซลโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Magee et al. (1999) ได้รายงานอุณหภูมิอากาศโดยมี UHI สูงสุด 12°C ในโปแลนด์ ทั้งสองใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ผลจากการศึกษาค้างกล่าวได้สรุปเป็นสี่กรณีในตารางที่ 2.1

UHI จำนวนได้โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเขตเมืองและเขตชนบท ซึ่งคือค่าเฉลี่ยและ UHI สูงสุดตามลำดับ การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้จะเป็นฤดู, เดือน, ปี, หรือในบางกรณีใช้สองสามวัน (Velazquez-Lozada et al., 2006) วันที่เลือกมานั้นอาจประกอบด้วยกลางวันที่ยังสงบและฟ้าเปิดซึ่งลดผลกระทบจากตัวแปรชั่วคราวออกไป การวิเคราะห์รายปีส่วนมากยังได้รายงานความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดในคืนที่สงบและฟ้าเปิดซึ่งสนับสนุนเกณฑ์การคัดเลือก (Kim and Baik, 2004, 2005) ถึงแม้ว่า UHI จะถูกระบุว่าเป็นความแตกต่างของอุณหภูมิจากเขตเมืองกับเขตชนบท ยังมีการรายงานถึงความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อเวลาผ่านไป ในการศึกษาหนึ่ง UHI ถูกกำหนดในกรุงโตเกียวว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตั้งแต่ปี 1930 ถึงปี 1990 (Mochida et al., 1997) ในอีกวิธีการหนึ่ง อุณหภูมิเวลาปัจจุบันเฉลี่ยสำหรับทั้งบริเวณเมืองและชนบทและความแตกต่างของอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปนั้นได้ถูกรายงานในแบบ UHI (Magee et al., 1999)

2.6.2 ความร้อนต้นกำเนิด (Source Heat)

ความร้อนที่เกิดขึ้นและกักเก็บอยู่ในพื้นที่ที่สามารถสร้างเป็นสมการ SEB ตามด้านล่างนี้ (Oke, 1988)

$$Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$$

พิจารณาการเกิด, การคำนวณ และการบรรเทาเกาะความร้อนเขตเมือง

ตารางที่ 2.1 กรณียของ UHI ที่มีความผันแปรตามพื้นที่, วิธีการ และประเภท

พื้นที่	วิธีการ	ประเภท	UHI (°C)
โตเกียว ^a	การเก็บรวบรวมข้อมูล	อุณหภูมิพื้นผิว	8.0
โตเกียว ^a	ยานพาหนะ	อุณหภูมิพื้นผิว	12.0
แอตแลนตา, USA ^b	การเก็บรวบรวมข้อมูล	อุณหภูมิพื้นผิว	1.2
แอตแลนตา, USA ^b	ดาวเทียม	อุณหภูมิอากาศ	0.6
แอตแลนตา, USA ^b	แบบจำลอง	อุณหภูมิอากาศสถานี	3.4
โซล ^c	แบบจำลอง	อุณหภูมิพื้นผิว	8.0
โซล ^c	อากาศ	อุณหภูมิอากาศ	1.0
โซล ^a	ข้อมูลดาวเทียม	อุณหภูมิอากาศ	12.0
Fairbanks ^d	สถานีตรวจอากาศ		
โปแลนด์ ^d	สถานีตรวจอากาศ		

ที่มา : Rizwan Ahmed Memon et al., 2007

^aUHI ในบริเวณเดียวกับและประเภทเดียวกันซึ่งใช้วิธีการเก็บข้อมูลต่างกัน; ^bพื้นที่เดียวกันและวิธีการเก็บข้อมูลเหมือนกันแต่ประเภทของ UHI ต่างกัน; ^cบริเวณเดียวกันแต่วิธีเก็บข้อมูลและชนิดของ UHI ต่างกัน; ^dบริเวณต่างกันแต่วิธีการเก็บข้อมูลและประเภทของ UHI เหมือนกัน

เมื่อ Q^* คือรังสีทั้งหมดโดยรวม, Q_F , Q_E และ Q_H คือการปล่อยความร้อน Anthropogenic ตามลำดับ ความหนาแน่นการไหลของความร้อนซึ่งไวต่อความแปรปรวนและความร้อนแฝง, ΔQ_S คือการเก็บความร้อนที่มีความไว และ ΔQ_A คือ Advection ความร้อนสุทธิ

2.6.2.1 การแผ่รังสีทุกคลื่นโดยรวม (Q^*)

สมดุลพลังงานส่วนนี้แสดงรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาวที่พื้นที่เก็บกักไว้ รังสีทั้งสองชนิดสามารถวัดได้โดยใช้ตัวเซ็นเซอร์ที่เหมาะสม จากนั้นรังสีทุกคลื่นโดยรวมจึงจะสามารถวัดได้ในลักษณะความแตกต่างระหว่างส่วนที่เข้ามาและส่วนที่ออกไป (Brotzge and Crawford, 2003; Christen and Vogt, 2004) มีรายงานว่ารังสีคลื่นสั้นที่เข้ามาถูกทำให้ลดลงเนื่องจากวันที่หนาแน่นซึ่งปกคลุมอยู่ในเขตเมือง (Sang et al., 2000; Oke, 1988) ได้มีรายงานว่าการลดลงนี้สูงถึง 33% ในบางกรณี (Stanhill and Kamala, 1995) และยังมีรายงานว่าสาเหตุของกลุ่มความเย็นในเขตเมือง (Sang et al., 2000) ในทางกลับกันบางพื้นที่นั้นไม่พบว่ามี การลดลง (Christen and Vogt, 2004) มีรายงานว่า การลดลงของรังสีคลื่นสั้นที่เข้ามาถูกชดเชยด้วยการลดลงของรังสีที่ออกไปซึ่งเกี่ยวข้องกับ albedo และการเพิ่มขึ้นของรังสีคลื่นยาวที่เข้ามาถูกชดเชยด้วยการเพิ่มขึ้นของรังสีคลื่นยาวที่ออกไปเนื่องจากการปล่อยอุณหภูมิพื้นผิวที่สูง ได้มีรายงานว่า การลดลงส่วนใหญ่ในกระจ่ายและรับกลับมาใหม่ ความแตกต่างสุทธิระหว่างพื้นที่เขตเมืองและชนบทอาจไม่เกินกว่า 5% (Oke, 1982, 1988)

2.6.2.2 การไหลของความร้อนแบบแปรปรวน

การไหลของความร้อนแบบแปรปรวนประกอบด้วย การไหลความร้อนแบบไวต่อการกระตุ้นและความร้อนแฝง ซึ่งได้รับโดยตรงจากค่าสหสัมพันธ์การหมุนวน ทำการวัดโดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม มีรายงานว่าพื้นที่เขตเมืองที่มีการก่อสร้างอย่างมากทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของการไหลของความร้อนซึ่งไวต่อการกระตุ้นซึ่งผันแปรไปตามพื้นที่ก่อสร้าง (Oke, 1988) ในทางกลับกัน ความเข้มข้นของการไหลของความร้อนแฝงจะผันแปรไปตามสถานการณ์ดังที่ได้สรุปไว้โดย Hafner และ Kidder (1999) Grimmond (1992) ได้อธิบายกระแสความร้อนแฝงว่าเป็นสัดส่วนใหญ่ที่สุดใน SEB ในขณะที่ Masson (2000) ไม่ได้ให้ความสำคัญในแผนความสมดุลของพลังงานเขตเมืองที่เขาเสนอ ถึงแม้ว่าการไหลของความร้อนแฝงจะต่ำในพื้นที่เขตเมืองเนื่องจากการลดลงของจำนวนต้นไม้ แต่มันจะสูงขึ้นได้ในเมืองบริเวณที่มีต้นไม้ การศึกษาโดย Suckling (1980) ได้รายงาน Bowen Ratio, อัตราส่วนการไหลของความร้อนซึ่งไวต่อการกระตุ้นต่อความร้อนแฝงถึง 98% ในทุ่งนอกเมือง มีรายงานว่า การไหลของความร้อนแบบแปรปรวนจะผันแปรไปตาม Q^* (Amfield and Grimmond, 1998; Offerle et al., 2006) มีรายงานว่า การไหลผ่านของอุณหภูมิและการมีความชื้นในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการแสดงการไหลของความร้อนแบบแปรปรวน (Oke, 1988)

2.6.2.3 การไหลของความร้อน (กักเก็บ) ใต้พื้นผิว

Christen and Vogt (2004) ได้รายงานว่าเนื่องจากความซับซ้อนของพื้นผิววัสดุ, ทิศทาง, และปฏิสัมพันธ์, การวัดการไหลของความร้อนที่ถูกกักเก็บไว้โดยตรงในเขตเมืองจึงแทบเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นค่าศัพท์จึงมักจะถูกแสดงหรือกำหนดว่าเป็นสิ่งที่เหลืออยู่ของสมการ SEB มีรายงานว่า การเพิ่มขึ้นของการแผ่รังสีทุกคลื่นโดยรวมจะเพิ่มการไหลของความร้อนที่ถูกกักเก็บได้โดยตรง Grimmond (1992) พบการเพิ่มขึ้นประมาณ 60% ของอัตราส่วนเฉลี่ยประจำเดือนในเวลากลางวันของการไหลของความร้อนต่อการแผ่รังสีทุกคลื่น โดยรวมพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของการแผ่รังสีทุกคลื่น โดยรวม

2.6.2.4 Advection ความร้อนสุทธิ (ΔQ_A)

Advection ความร้อนสุทธิสามารถอ้างอิงได้ว่าเป็นการวัดที่ไม่แม่นยำเนื่องจากความลาดของอุณหภูมิ, ความชื้น และกระแสลม มีการเสนอว่าผลกระทบของ Advection สามารถละเลยได้โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องระมัดระวังเมื่อพิจารณาการวัดความสูง (Christen and Vogt, 2004)

2.6.2.5 ความร้อน Anthropogenic (Q_p)

ความร้อน Anthropogenic แสดงถึงความร้อนที่เกิดขึ้นจากแหล่งหยุดนิ่งและแหล่งเคลื่อนที่ในพื้นที่ มีรายงานว่า Q_p จะต้องถูกเปลี่ยนเป็นรังสี, การไหลของความร้อนซึ่งไหลต่อการกระตุ้น, หรือการไหลของความร้อนแฝง, หรือความร้อนที่ถูกกักเก็บ (Christen and Vogt, 2004) องค์ประกอบนี้ได้ถูกสร้างแบบจำลองในลักษณะผลรวมของความร้อนที่เกิดจากอาคาร, ยานพาหนะ และประชาชน (Sailor and Lu, 2004; Grimmond, 1992) หรือเป็นส่วนเหลือของค่าศัพท์อื่น (Christen and vogt, 2004) ค่าที่ได้รายงานจากค่าศัพท์นี้ผันแปรอย่างมากในแต่ละพื้นที่ดังที่สรุปในตารางที่ 2.2 Christen and Vogt (2004) ได้รายงานความร้อน Anthropogenic 5-20 W/m² ใน Basel, Switzerl ในขณะที่ Offerle et al. (2005) และ Steinecke (1999) ได้รายงานความร้อน Anthropogenic 32 และ 35 W/m² จาก Lodz, โปแลนด์ และ Reykjavik, ไอซ์แลนด์ตามลำดับ Sailor and Lu (2004) ได้รายงานว่าการปล่อยความร้อน Anthropogenic มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 2.2 รายงานความร้อน Anthropogenic ในส่วนต่าง ๆ ของโลก

ส่วนเหลือของวิธีการอื่น	ความร้อน Anthropogenic ที่รายงาน (W/m ²)	อ้างอิง
Basel, สวิตเซอร์แลนด์	5-20	Christen and Vogt, 2004
Lodz, โปแลนด์	32	Offerle et al., 2005
Reykjavik, ไอซ์แลนด์	35	Steinecke, 1999
สหรัฐอเมริกา	60-75	Sailor and Lu, 2004
โตเกียว, ญี่ปุ่น	200-1590	Ichinose et al., 1999

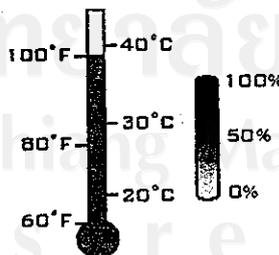
ที่มา : Rizwan Ahmed Memon et al., 2007

ประชากรและการใช้พลังงานต่อคน Taha (1997) ได้รายงานว่าความร้อน Anthropogenic มีผลกระทบน้อยกว่า albedo และพื้นที่สีเขียว และสามารถชดเชยได้ในพื้นที่ค้าขายและที่พักอาศัย ในทางกลับกัน Offerle et al. (2006) ได้พิจารณาว่าเป็นข้อมูลที่มีนัยสำคัญในฤดูหนาว ดูเหมือนว่าการขึ้นอยู่กับการใช้พลังงาน คำศัพท์อาจมีนัยสำคัญหรือสามารถชดเชยได้และมันอาจผันแปรไปตาม Diurnal, ฤดูกาล หรือแม้แต่แนวโน้มรายสัปดาห์

2.7 ปรัชญาการแผ่ความร้อนของเมืองก่อให้เกิดผลกระทบอะไรได้บ้าง

เราอาจแบ่งผลกระทบจากการที่อุณหภูมิในเขตเมืองสูงขึ้นเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.7.1 ผลกระทบต่อสุขภาพ



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสของการเกิดหมอกควันกับอุณหภูมิในเขตเมือง

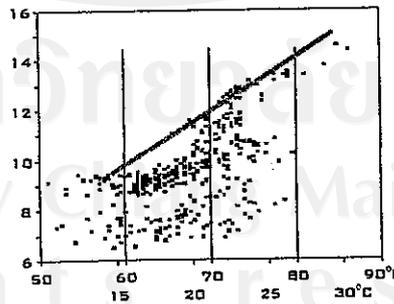
(ข้อมูลของเมืองลอสแอนเจลิส)

ที่มา: วิกิพีเดีย ออนไลน์, 2554

การที่อากาศร้อนมากๆ เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีความเสี่ยงสูง เช่น เด็กและผู้สูงอายุ ในอดีตที่ผ่านมากลิ่นความร้อนในเขตเมืองทำให้คนเสียชีวิตไปแล้วเป็นจำนวนมาก ดังเช่นกลิ่นความร้อนที่ตอนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2538 มีผู้เสียชีวิตรวมกันกว่าพันคน เฉพาะเมืองชิคาโกแห่งเดียวมีผู้เสียชีวิตถึง 465 คน อุณหภูมิที่สูงขึ้นในหน้าร้อนจะเพิ่มอันตรายมากขึ้นหากความชื้นในอากาศมีสูง ซึ่งเป็นภาวะที่พบได้บ่อยในประเทศไทย เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงเป็นที่มาของคำว่า “ร้อนอบอ้าว” สาเหตุเรื่องนี้อธิบายได้ง่ายๆ ว่าการที่เหงื่อออกจะช่วยระบายความร้อนส่วนเกินออกไปจากร่างกายของเรา แต่หมายความว่าอากาศจะต้องสามารถรับเอาปริมาณไอน้ำ (เหงื่อที่ระเหยออกไป) ไปได้ ยิ่งความชื้นในอากาศมีมากเท่าใดก็แปลว่าอากาศจะยิ่งรับเอาปริมาณไอน้ำได้น้อยลงเท่านั้น ความชื้นที่สูงมากจึงทำให้เหงื่อไม่สามารถระเหยและพาเอาความร้อนออกไปจากร่างกายของเราได้ จึงเป็นอันตรายอย่างมาก นอกจากอันตรายจากความร้อนโดยตรงแล้ว

ผลกระทบต่อสุขภาพทางอ้อมอันเนื่องมาจากความร้อนที่สูงขึ้นยังพบได้คือ ปฏิกริยาทางเคมีระหว่างก๊าซพิษต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จะเพิ่มมากขึ้นตามระดับของอุณหภูมิ ทำให้เกิดหมอกควันและโอโซน (ซึ่งเป็นก๊าซพิษ) มากขึ้น มีการศึกษาพบว่าทุกๆ หนึ่งองศาฟาเรนไฮต์ที่เพิ่มขึ้นไปจาก 70 องศา จะเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดหมอกควันถึง 3% หมอกควันและโอโซนนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยตรง กล่าวคือจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจและเยื่อตาได้และในระยะยาวอาจก่อให้เกิดโรคเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจและระบบหัวใจล้มเหลวในที่สุด

2.7.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยของเมือง

ที่มา: วิกิพีเดีย ออนไลน์, 2554

การที่อุณหภูมิในเขตเมืองร้อนขึ้นทำให้ความต้องการด้านพลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อทำให้อากาศภายในอาคารเย็นลง จากผลการศึกษาในเมืองแคลิฟอร์เนียเอดิสันได้พบว่าทุกๆ หนึ่งองศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 3% การใช้พลังงานมากขึ้นนอกจากจะหมายถึงการสูญเสียเงินตรามากขึ้นแล้ว ผลของการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากน้ำมันหรือถ่านหินที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องมีการปล่อยสารก่อมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นตามไปด้วย จึงยิ่งซ้ำเติมปัญหาหมอกพิษในอากาศให้รุนแรงมากขึ้นไปอีก นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้นยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา เป็นไปได้ว่าแมลงพาหะนำโรคบางชนิด เช่น ยุงอาจมีการแพร่พันธุ์มากขึ้น ซึ่งก็จะทำให้โรคระบาดบางชนิดควบคุมได้ยากขึ้นอีกด้วย

2.8 เทคนิคการสนับสนุน

2.8.1 เทคโนโลยีอวกาศ

ได้มีการประสบความสำเร็จในการใช้เทคโนโลยีอวกาศในการพิจารณาอุณหภูมิพื้นผิวและ SEB การศึกษาหลายชิ้นได้แสดงถึงการใช้เทคโนโลยีอวกาศอย่างกว้างขวางในหลายลักษณะ ตัวอย่างของการศึกษาโดย Voogt and Grimmond (2000) ซึ่งได้พิจารณาการไหลของความร้อนซึ่งไวต่อการกระตุ้นในประเทศแคนาดาผ่านทางอุณหภูมิพื้นผิวที่ตรวจสอบได้ในระยะไกล Kondoh and Nishiyama (1999) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการระเหยในญี่ปุ่น โดยใช้เทคโนโลยีอวกาศ ตัวแปรพื้นผิวเช่น albedo และคุณสมบัติของดินได้รับการพิจารณาโดย Hafner and Kidder (1999) โดยใช้ข้อมูลความถี่สูงซึ่งทำการวัดรังสีด้วยความละเอียดสูง (AVHRR) Nichol and Wong (2005) ได้เสนอวิธีการสร้างภาพอุณหภูมิของเมืองที่สมบูรณ์และแม่นยำ โดยการพิจารณาถึงพื้นผิวแลกเปลี่ยนพลังงานทั้งหมดในฮ่องกง

2.8.2 แบบจำลองตัวเลข

แบบจำลองตัวเลขเป็นเครื่องมือสนับสนุนที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งซึ่งประสบความสำเร็จในการใช้ศึกษา UHI ในหลายด้าน การใช้เครื่องมือสนับสนุนนี้ผ่นแปรและครอบคลุมการพิจารณาปัจจัยสำคัญซึ่งมีอิทธิพลต่อความเร็วลม, การปล่อยความร้อน Anthropogenic, และคุณสมบัติทางความร้อน เช่น albedo, ความร้อนซึ่งไวต่อการกระตุ้นและความร้อนแฝง Lemonsu and Masson (2002) ได้ใช้แบบจำลองตัวเลขและรายงานว่าการนำความร้อนในอาคารเป็นตัวสนับสนุนที่สำคัญใน SEB Amfield

and Grimmond (1998) ยังได้ใช้แบบจำลองตัวเลขและรายงานว่าคุณสมบัติทางความร้อนของกำแพงและความสูงของอาคารต่ออัตราส่วนการแยกมีอิทธิพลสำคัญที่สุดใน SEB Ashie et al. (1999) ได้ใช้เทคนิคแบบจำลองตัวเลขและรายงานว่าการปล่อยความร้อนโดยเครื่องปรับอากาศเป็น 0.5°C ตามอาคาร Dupont et al. (2004) ได้พิจารณาการไหลของความร้อนซึ่งไวต่อการกระตุ้นและความร้อนแฝงโดยใช้แบบจำลองตัวเลข Yamada (2000) ได้ทำการสร้าง albedo, ความขรุขระ, ปล่อยความร้อน anthropogenic, และการกระจายความชื้นในดิน Kato and Yamaguchi (2005) ได้รายงานแนวโน้มการปล่อยความร้อน anthropogenic Takahashi et al. (2004) ได้ทำนายอุณหภูมิอากาศ การไหลของความร้อนและความชื้น แบบจำลองของ Huang et al. (2005) ยังสามารถทำนายอุณหภูมิ, ความชื้น, และความเร็วลมได้ Lemonsu and Masson (2002) ได้สร้างแบบจำลองอุณหภูมิสี่พื้นที่ในปารีส Masson et al. (2000, 2002) ได้นำเสนอและปรับปรุงรายละเอียดแผนการจัดสรรพลังงาน ถึงแม้ว่าการใช้รูปแบบตัวเลขดูเหมือนจะครอบคลุมเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งให้เห็นว่าความเชื่อมั่นของแบบจำลองตัวเลขของการประมาณสภาพอากาศเขตเมืองยังไม่ได้รับการแก้ไขทั้งหมด โดยเฉพาะคุณสมบัติของพื้นผิวนั้นยังไม่ได้รวมเข้ากับแบบจำลองตัวเลขอย่างเหมาะสม

2.8.3 แบบจำลองกายภาพระดับเล็ก

เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคที่ใช้ได้น้อยกว่า แบบจำลองกายภาพขนาดเล็กได้ถูกใช้ในการศึกษา UHI และปัจจัยการทำให้เป็นเมืองที่เกี่ยวข้อง (Poreh, 1995) Spronken Smith and Oke (1999) ได้ใช้แบบจำลองกายภาพขนาดเล็กและรายงานว่าปัจจัยทัศนวิสัยและการผ่านของอุณหภูมิจึงเป็นคุณสมบัติหลักในการเกิดกลุ่มความเย็นบริเวณสวนสาธารณะ