



หลังคาเขียวกับภาวะโลกร้อน

เดชา บุญค้ำ*

บทนำ

ภูมิทัศน์ดาดฟ้าหรือสวนหลังคาเพื่อประโยชน์และความสวยงามเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปมานานแล้วทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่คำว่าหลังคาเขียว (green roof) เพิ่งเป็นที่รู้จักในประเทศไทยและยังไม่แพร่หลายโดยทั่วไป. ประเทศส่วนใหญ่ทั่วโลกได้ยอมรับแล้วว่าหลังคาเขียวมีบทบาทสำคัญในการบรรเทาภาวะโลกร้อน ซึ่งได้ใช้กันมานานแล้วในหลายประเทศในยุโรป และแพร่หลายสู่ประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสิงคโปร์. ประเทศเหล่านี้ต่างออกข้อบัญญัติบังคับให้มีการใช้หลังคาเขียวมากขึ้นโดยอาศัยกฎหมายควบคุมอาคาร.

หลังคาเขียว

หลังคาเขียวมีใช้การเล่นสีหลังคาเพื่อความสวยงาม แต่หมายถึงหลังคาที่ใช้พืชพรรณสีเขียวปลูกบนดินที่เหมาะสมเพื่อลดความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารทางหลังคา ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการทำความเย็นในสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเทียบกับความร้อนทั้งหมดที่เข้าสู่อาคารทาง “เปลือกอาคาร” (building envelop). นอกจากการประหยัดพลังงานแล้ว หลังคาเขียวยังมีคุณประโยชน์อื่นอีกมาก เช่น ลดปริมาณน้ำฝนบนหลังคาที่ไหลสู่ระบบระบายเป็นการบรรเทาการท่วมจากน้ำฝนช่วงฝนตกหนัก และการสร้างระบบนิเวศในเมืองอีกด้วย. มีหลายประเทศอ้างว่าการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและคุณ

ประโยชน์ต่าง ๆ ของหลังคาเขียวสามารถคุ้มทุนค่าก่อสร้างได้ภายใน ๕-๑๐ ปี ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคารปรับอากาศ. นอกจากนี้ หลังคาเขียวยังอาจหมายถึงหลังคาที่คลุมด้วย “เทคโนโลยีเขียว” อื่น เช่น แผงสุริยะเพื่อการผลิตไฟฟ้า, บ่อบำบัด “น้ำสีเทา” (gray water) ซึ่งเป็นน้ำเสียที่บำบัดขั้นต้นแล้ว หรือเป็นน้ำที่เสียเพียงเล็กน้อยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้รดต้นไม้. สวนหลังคาที่สร้างเพื่อความสวยงามและการใช้สอยนั้นรวมเป็น “หลังคาเขียว” ด้วย.

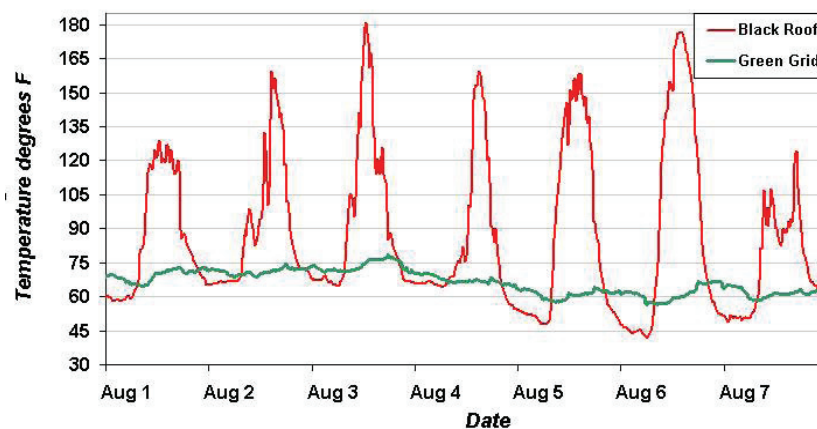
หลังคาเขียวบรรเทาภาวะโลกร้อนได้อย่างไร

หลังคาเขียวมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดการใช้พลังงานซึ่งเท่ากับลดการเผาผลาญพลังงานจากฟอสซิล อันเป็นแหล่งปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ที่ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นโดยกระบวนการเรือนกระจก. ดินปลูก และความชื้นในดินปลูกจะดูดซับพลังงานความร้อนและแสงโดยการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) คือทั้งการระเหยน้ำจากดินปลูกและจากการคายน้ำจากพืชพรรณที่ปลูกคลุมอยู่จะช่วยกันลดอุณหภูมิของบรรยากาศโดยจากความร้อนแฝงและการสะท้อนความร้อนบางส่วน. จากการตรวจวัดโดยแหล่งวิจัยหลายแห่ง พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนทางหลังคาในช่วงกลางวันเกือบหมดไปโดยสิ้นเชิง. สำหรับประเทศในเขตร้อน หลังคาเขียวยังทำหน้าที่เป็นฉนวนกักเก็บความอุ่นไว้ไม่ให้หนีออกทางหลังคาด้วย. นอกจากการลดการใช้พลังงานของเครื่องทำความเย็นได้มาก

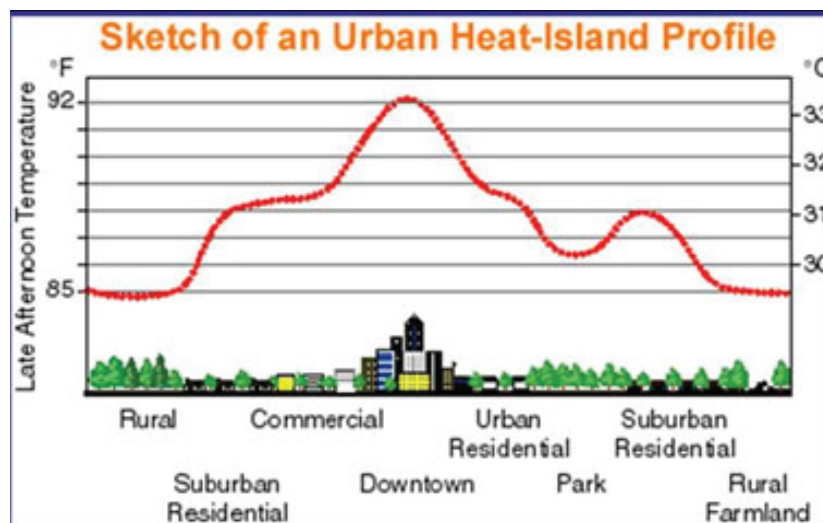
*สำนักศิลปกรรม ราชบัณฑิตยสถาน ประเภทสถาปัตยกรรม สาขา ภูมิสถาปัตยกรรม



รูปที่ ๑ สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งแคลิฟอร์เนีย (The California Academy of Sciences) เปิดเมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๑ มีหลังคาเขียวขนาด ๒ สนามฟุตบอลกับแผงผลิตไฟฟ้าจากแสงแดด (รอบชายคา) รวมกันแล้วสามารถลดการปล่อย CO₂ ได้มากถึงปีละ ๑๘๕ ตัน



รูปที่ ๒ กราฟแสดงอุณหภูมิผิวพื้นดาดฟ้าของแต่ละวันระหว่างวันที่ ๑-๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ ซึ่งเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดของสหรัฐฯ เส้นสีแดงคืออุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวันของดาดฟ้าเดิมกับเส้นสีเขียวของพื้นผิวเดิมที่ทำหลังคาเขียวแล้วจะเห็นได้ว่าความต่างสูงสุด (วันที่ ๖) ได้ถึง ๔๗.๗ องศาเซลเซียส (ที่มา: www.roofmeadow.com)



รูปที่ ๓ แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศช่วงบ่ายที่เกิดจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนบริเวณใจกลางเมือง ชานเมืองและชนบทหรือพื้นที่เกษตรกรรมที่ต่างกันถึง ๔ องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้นถึงประมาณร้อยละ ๔๐ (ที่มา: United States Environmental Protection Agency)

แล้ว ตัวพืชพรรณเองที่นอกจากคายออกซิเจนสู่บรรยากาศแล้วยังดูด CO₂ ในบรรยากาศมาสร้างอาหารและตัวต้นจำนวนหนึ่งด้วย. หลังคาเขียวจึงมีส่วนบรรเทาภาวะโลกร้อนจากกิจกรรมการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ.

ค่าความร้อนผ่านหลังคา (RTTV - Roof Thermal Transfer Value)

อาคารปรับอากาศทั่วไปใช้พลังงานไฟฟ้า (รวมเครื่องทำความอบอุ่นในประเทศหนาว) ประมาณร้อยละ ๖๐, แสงสว่างประมาณร้อยละ ๒๐ ที่เหลือเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร. ความร้อนที่เกิดขึ้นในอาคารเป็นความร้อนจากภายนอกที่ผ่านทาง “เปลือกอาคาร” ได้แก่ ผนังอาคารและหลังคาประมาณร้อยละ ๖๐ และเกิดจากระบบการให้แสงสว่างภายในอาคารประมาณร้อยละ ๒๐. ดังนั้น จะเห็นได้ว่าความร้อนภายนอกที่เข้าทางเปลือกอาคารทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด. นอกจากนี้ในเนื้อที่ที่เท่ากัน ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะเข้าสู่อาคารผ่านทางหลังคาที่ค่อนข้างแบนราบจะสูงกว่าการผ่านเข้าทางผนังทางดิ่งประมาณ ๓ เท่า* ในพื้นที่เท่ากัน แต่ด้วยสัดส่วนปริมาณผิวของหลังคาผันแปรตามประเภทและความสูงของอาคาร ดังนั้น การตัดความร้อนทางหลังคาจึงช่วยประหยัดพลังงานในอาคารปรับอากาศผันแปรอยู่ประมาณระหว่างร้อยละ ๓๐-๔๐ ซึ่งนับว่าประหยัด

ได้มาก.

นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่าการปลดปล่อย CO₂ ทั้งหมดของโลกเกิดจากการเดินทางและการขนส่งประมาณร้อยละ ๓๐, จากการเกษตรและอุตสาหกรรมประมาณร้อยละ ๓๐, จากการทำกิจกรรมและสร้างสิ่งแวดล้อมมนุษย์ (built environment) อีกประมาณร้อยละ ๔๐. ดังนั้น หากสามารถตัดความร้อนผ่านหลังคา ร่วมกับการใช้ฉนวนกันความร้อนตามผนังแล้ว อาคารทุกประเภททั่วโลกจะช่วยลดการปลดปล่อย CO₂ จากการผลิตกระแสไฟฟ้าลงได้อย่างมาก.

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Island Effects)

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง หมายถึง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศทั่วไปในบริเวณหนาแน่นของเมืองที่สูงกว่าส่วนชานเมืองหรือชนบทในตอนกลางวันโดยเฉพาะช่วงบ่าย ทำให้อุณหภูมิของเมืองขึ้นในที่หนาแน่นสูงกว่าอุณหภูมิชานเมืองและชนบทโดยรอบประมาณ ๒-๔ องศาเซลเซียส เป็นเหตุให้เพิ่มภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศขึ้นเป็นอย่างมาก. มีรายงานวิจัยระบุว่า การลดอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศลง ๑ องศาเซลเซียส จะทำให้สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ ๑๐ และหากแดดฟ้าและหลังคาอาคารต่าง ๆ ในกรุงโตเกียว เป็นหลังคาเขียวร้อยละ ๕๐ จะ

ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณวันละ ๑ ล้านเหรียญสหรัฐฯ.

ประโยชน์ของหลังคาเขียว

ประโยชน์หลักของหลังคาเขียวนอกจากเป็นการอนุรักษ์พลังงานที่โยงไปถึงการบรรเทาภาวะโลกร้อนจากการลดการปลดปล่อย CO₂ แล้ว ยังช่วยประหยัดงบประมาณค่าทำความเย็นและความอุ่นได้มากอีกด้วย. ที่ทำการนครชิคาโกประหยัดเงินได้ถึง ๒๕,๐๐๐ เหรียญภายในเวลา ๕ ปีจากการสร้างหลังคาเขียวเนื้อที่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรบนหลังคาอาคาร. ที่นครโตเกียวมีอาคารใหม่เป็นหลังคาเขียวร้อยละ ๒๐, ประเทศเยอรมนีมีหลังคาเขียวรวมกันทั้งประเทศร้อยละ ๑๒ ซึ่งช่วยลดการปลดปล่อย CO₂ และช่วยประหยัดเงินเฉพาะค่าพลังงานที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศในฤดูร้อนได้มหาศาล.

ประโยชน์สำคัญอีกประการหนึ่งสำหรับหลังคาเขียวใน

เมืองที่หนาแน่นคือการช่วยลดปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงจากหลังคาซึ่งสร้างปัญหาน้ำฝนท่วมฉับพลัน. หลังคาเขียวที่มีดินปลูกและชั้นรองรับหนา ๒๐ ซม. สามารถอุ้มน้ำฝนช่วง ๑๕ นาทีแรกได้ตั้งร้อยละ ๙๓.๒ - ๙๖.๖ - ๖๔.๔ และ ๕๔.๔ ของปริมาณฝน ๒๕ - ๕๐ - ๗๕ และ ๑๐๐ มม. ตามลำดับ*. ประโยชน์สำคัญของหลังคาเขียวถัดมาได้แก่การลดเสียงรบกวนหลังคาเขียวสามารถลดเสียงรบกวนที่มาจากด้านหลังคาได้มากถึง ๔๐ เดซิเบล. นอกจากนี้ยังมีคุณประโยชน์อื่นอีกหลายประการ ได้แก่

- ใช้เป็นสวนพักผ่อนหรือจัดงานเลี้ยงขนาดเล็ก
- ใช้ปลูกผัก ผลไม้ และไม้ดอก
- ช่วยกรองมลพิษและโลหะหนักที่ติดเมล็ดฝนขณะ

*ที่มา: www.greengridroofs.com



รูปที่ ๔ หลังคาเขียวบนดาดฟ้าที่ทำการนครชิคาโกพื้นที่ประมาณ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรที่สาธิตให้เจ้าของอาคารอื่นๆ เห็นโดยการริเริ่มของนายกเทศมนตรี จากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องทำความเย็นและความอบอุ่นพบว่าประหยัดได้ ๒๕,๐๐๐ เหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณเกือบ ๑ ล้านบาทในระยะ ๕ ปีที่ผ่านมา

*Building and Construction Authority, 2007, Code on Envelope Thermal Performance for Buildings, Singapore

ตกผ่านอากาศ

- ช่วยปลดปล่อย CO_2 ในขณะที่เก็บกัก CO_2
- ให้ที่อยู่อาศัยพักพิงของนกและสัตว์เป็นการส่งเสริม

ระบบนิเวศในชุมชนเมือง ฯลฯ

- ช่วยทำให้พื้นโครงสร้างดาดฟ้าและระบบกันซึมมีอายุใช้งานนานขึ้น

ความเป็นมา

แม้การทำสวนหรือทำภูมิทัศน์บนดาดฟ้าหรือบนหลังคาเพื่อประโยชน์ใช้สอยหรือเพื่อความสวยงามมีมานานตั้งแต่สมัยบาบิโลน (สวนลอยบาบิโลน) ต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน. แต่การทำ “หลังคาเขียว” เพื่อการประหยัดพลังงานเพิ่งเกิดขึ้นอย่างจริงจังในยุโรปมาประมาณ ๔๐ ปี เริ่มด้วยแนวคิดด้านการประหยัดพลังงานในประเทศเยอรมนีเมื่อประมาณ พ.ศ. ๒๕๐๘ และแพร่หลายมากขึ้นจนทั่วยุโรป. ปัจจุบันประมาณร้อยละ ๑๒ ของอาคารทั้งหมดในเยอรมนีเป็นหลังคาเขียว. ประเทศสหรัฐอเมริกา มีการใช้หลังคาเขียวเพื่อการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว. พิธีสารเกียวโตมีผลให้ประเทศ

ญี่ปุ่น โดยเฉพาะนครโตเกียวและนครใหญ่อื่นหลายแห่งได้ตราเป็นเทศบัญญัติบังคับอาคารใหม่ทำหลังคาเขียวรวมถึงอาคารเก่าที่สามารถทำได้.

ประเภทของหลังคาเขียว

ปรกติมีการจำแนกหลังคาเขียวออกเป็น ๓ ประเภทหลักคือ

- **ประเภทปล่อย (ไม่ต้องดูแล)** เป็นหลังคาเขียวที่สร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการตัดความร้อนที่เข้าทางหลังคาเก็บกัก CO_2 และปลดปล่อย O_2 เป็นหลัก ไม่ใช้ทำกิจกรรมและไม่ต้องการความสวยงามมากจึงใช้พรรณไม้ที่ทนทานต่อความแล้ง ต้องการการดูแลตัดแต่งเพียงปีละ ๑-๒ ครั้ง. หลังคาเขียวประเภทปล่อยที่ปลูกพืชหญ้าเกือบทั้งหมด เรียกว่า “หลังคาเขียวแบบทุ่งหญ้า” (Meadow green roof).

- **ประเภทกึ่งดูแล** คล้ายประเภทปล่อยแต่อาจต้องการให้แลดูสวยงามและใช้ทำกิจกรรมบ้าง ใส่ไม้ดอกที่มีสีสันดึงดูดแลรักษาพอประมาณ. หลังคาเขียวที่ปลูกหญ้าที่ตัดเรียบอย่างเดียวนับอยู่ในประเภทนี้.



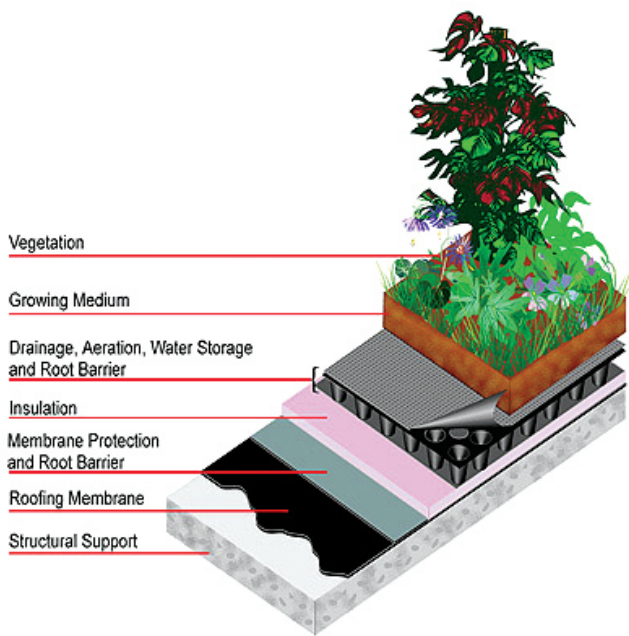
รูปที่ ๕ หลังคาเขียวประเภทปล่อยที่ใช้พรรณไม้หลากหลาย โดยดูแลรักษาเพียงปีละ ๑-๒ ครั้ง



รูปที่ ๖ ประเภทกิ่งดูแล ใช้หญ้าสนามธรรมดาซึ่งต้องคอยตัดและให้น้ำแบบสนามทั่วไป (School of Arts and Design, Nanyang University, Singapore)



รูปที่ ๗ ภูมิทัศน์หลังคาแบบทั่วไปที่ออกแบบเพื่อความสวยงามและเพื่อประโยชน์ใช้สอย จัดอยู่ในประเภทดูแลมาก



รูปที่ ๘ รายละเอียดการก่อสร้างหลังคาเขียว

● **ประเภทต้องดูแล** หลังคาเขียวประเภทนี้ต้องการการดูแลรักษามาก (intensive care). ส่วนใหญ่ทำเพื่อความสวยงามและประโยชน์ใช้สอย ใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ, ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การออกกำลังกาย จึงจัดให้สวยงามและหลากหลายด้วยพรรณไม้. หลังคาเขียวประเภทนี้มีมานานแล้ว โดยไม่ได้คำนึงว่าช่วยบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน.

การก่อสร้างและการดูแลรักษา

การก่อสร้างและการดูแลรักษาหลังคาเขียวขึ้นอยู่กับประเภทต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้น. หลังคาเขียว “ประเภทปล่อย” ที่ไม่ต้องการความสวยงามจะมีน้ำหนักเบา ใช้พืชพรรณที่ทนทานต่อสภาพขาดน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชพื้นถิ่นประเภทอวบน้ำหรือพืชคลุมดินที่ขึ้นได้ในที่แล้ง และวัสดุปลูกและพันธุ์ไม้รวมทั้งระบบระบายน้ำที่ทำเฉพาะหลังคาเขียวจะมีน้ำหนักเบา. อย่างไรก็ตาม ปัจจัยหลัก ๆ ที่พึงพิจารณาในการสร้างหลังคาเขียวมีดังนี้

การรับน้ำหนักของหลังคาหรือดาดฟ้า

อาคารเดิมที่มีหลังคาเป็นคอนกรีต ซึ่งรวมทั้งหลังคาตึกแถวทั่วไป สามารถทำหลังคาเขียวแบบปล่อยหรือกึ่งปล่อยได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องน้ำหนักมากนัก. แต่หากเป็นหลังคาเขียวที่ทำเพื่อใช้สอยและเพื่อความสวยงามจะต้องตรวจสอบ



รูปที่ ๙ แสดงรายละเอียดถาดหรือชั้นรองรับดินปลูกและพืชพรรณสำเร็จรูปที่มีแผ่นใยสังเคราะห์รองดินปลูกและ “ถ้วยเก็บน้ำ” ทั้งหน้าผาและน้ำรดต้นไม้ (ที่มา: www.greenroof.com)

ขีดความสามารถในการรับน้ำหนักโดยวิศวกรเสียก่อน เนื่องจากต้องสร้างทางเดินบ่อน้ำ กระบะต้นไม้ซึ่งมีน้ำหนักมาก. แต่ถ้าเป็นอาคารใหม่ที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้าย่อมไม่มีปัญหา.

น้ำหนักของดินปลูก

ดินปลูกที่นำมาใช้ทำหลังคาเขียวควรมีน้ำหนักเบา อุ่มน้ำ แต่ระบายน้ำได้ดี และไม่ย่อยสลายง่าย. ประเทศในยุโรป, สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น, สิงคโปร์ และประเทศอื่น ๆ มีการผลิตดินประเภทนี้จำหน่ายในราคาไม่แพง. ดินปลูกน้ำหนักเบาจำเป็นสำหรับดาดฟ้าหรือหลังคาอาคารเดิมที่ไม่ได้เผื่อน้ำหนักใช้สอยไว้ เช่นหลังคาเอียงที่เห็นโดยทั่วไปรวมทั้งดาดฟ้าที่ไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับการนี้ เช่นหลังคาตึกแถวส่วนใหญ่ในประเทศไทย. นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงการเปลี่ยนแปลงค่าขนส่งและค่ายกขึ้นดาดฟ้าที่มักอยู่สูง.

การป้องกันการรั่วซึมและการระบายน้ำ

ในประเทศหนาวที่มีหิมะ ความร้อนที่ผิวหลังคาหรือดาดฟ้าระหว่างกลางวันกลางคืน และระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวต่างกันมาก, อีกทั้งน้ำในรอยแยกเล็ก ๆ ที่กลายเป็นน้ำแข็งจะทำให้รอยแยกขยายตัวมากขึ้นทุกปี. ดังนั้น การก่อสร้างเพื่อป้องกันการรั่วซึมจึงซับซ้อน ทำให้ราคาสูงมาก. สำหรับดาดฟ้าอาคารเดิมหรือที่สร้างขึ้นใหม่ในประเทศไทยไม่มีปัญหาดังกล่าว. ดาดฟ้าคอนกรีตผสมน้ำยากันซึมที่เป็นผิวซีเมนต์ขัดมันธรรมดาที่มีทางระบายและรูระบายน้ำดังที่เห็นโดยทั่วไปสามารถวางถาดดินปลูกและพืชพรรณได้เลย.



อัญชันไม้ร่วง



อัญชันหนาม



อัญชันไม้ผลิ



อัญชันอื่น

รูปที่ ๑๐ การเลือกใช้ชนิดพืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับหลังคาเขียวประเภทปล่อยเกือบไม่ต้องดูแลรักษาและให้น้ำเลยในอัญชันไม้ร่วงและอัญชันหนาม พืชจะพักตัว ส่วนบนจะดูเหมือนแห้งตาย และจะแตกใบใหม่ ขยายตัวและออกดอกเต็มที่ในอัญชันไม้ผลิและอัญชันอื่น

การให้น้ำและการดูแล

การให้น้ำหลังคาเขียวขึ้นอยู่กับประเภท. หลังคาเขียวประเภทปล่อยบางแห่งไม่มีการให้น้ำเลย ซึ่งมีข้อเสียอยู่บ้าง กล่าวคือเมื่อนานเข้าจะเหลือพืชเพียงชนิดเดียวคือพืชที่ทนทานที่สุดซึ่งถือว่าไม่ดี เนื่องจากทำให้ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ. ในต่างประเทศถือว่าหลังคาเขียวเป็นถิ่นที่อยู่ของสัตว์เมือง เช่นนก แมลง ผีเสื้อและสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็กหลายชนิด ดังนั้น แม้จะเป็นหลังคาเขียวแบบปล่อยก็มักมีระบบน้ำหยดขนาดเล็กคอยเสริมในช่วงที่แห้งแล้งผิดปกติ. ส่วนหลังคาเขียวประเภทปล่อยหรือประเภทต้องดูแลจะใช้ระบบการให้น้ำเหมือนงานภูมิทัศน์หลังคาทั่วไป. ในชนบทยุโรปบางแห่งปล่อยให้ฝูงแพะขึ้นไปคอยดูแล “ตัดหญ้า” แทนคน.

พรรณไม้

โดยที่ภูมิทัศน์ “หลังคาเขียว” อยู่บนที่สูงหรืออยู่บนหลังคา จึงทำให้การดูแลรักษายากกว่าภูมิทัศน์บนพื้นดิน. การเลือกพรรณไม้สำหรับหลังคาเขียวจึงต้องเป็นพันธุ์ที่ทนทาน ทนแล้ง ไม่โตเร็วเกินไปและมักมีขนาดไม่ใหญ่โตเมื่อโตเต็มที่ โดยเฉพาะหลังคาเขียว “ประเภทปล่อย” ประเทศหนาวเย็นที่ได้พัฒนาหลังคาเขียวมานานแล้วจะมีการค้นคว้าวิจัย และเลือกพรรณไม้ที่มีสมบัติดังกล่าวจำนวนมากและหลากหลายพันธุ์ จึงเอื้อให้เล่นสลับต่าง ๆ ได้สวยงามแม้จะเป็นหลังคาเขียวประเภท “แบบปล่อย” ก็ตาม. พรรณไม้ที่ใช้ได้ผลและแพร่หลายได้แก่พรรณไม้อวบน้ำที่ขึ้นในที่สูงและที่แห้งแล้งโดยเฉพาะพืชสกุล *Sedum* ซึ่งมีหลายพันธุ์รวมทั้งพรรณไม้ทนทานที่สวยงามหลายชนิดเป็นที่นิยมใช้กันมาก. พรรณ



รูปที่ ๑๑ การใช้ฝูงแพะดูแลรักษาหลังคาเขียวแบบเอียงแบบกึ่งปล่อยในชนบทยุโรป เนื่องจากแพะเลี้ยงง่ายและไม่กลัวความสูง



รูปที่ ๑๒ หญ้าโตช้าและทนแล้งสำหรับหลังคาเขียวประเภททุ่งหญ้า



รูปที่ ๑๓ พืชอวบน้ำสกุล Sedum ที่นิยมใช้กันมากกับหลังคาเขียวแบบปล่อย ประเทศไทยมีพืชสกุลนี้หลายชนิด

ไม้เหล่านี้มีเรือนเพาะชำเพาะจำหน่ายทั่วไป บางแห่งปลูกในถาดสำเร็จรูปที่ยกไปติดตั้งได้ทันที เรียกกันว่าแบบมอดูลาร์หรือแบบ Grid.

ประเทศไทยมีพรรณไม้ประเภทอวบน้ำหลายชนิดที่ทนแล้งและทนทานพอให้ทำหลังคาเขียวได้ แต่ยังไม่พบว่ามีนักวิจัยผู้ใดค้นคว้าพรรณไม้เหล่านี้เพื่อหลังคาเขียวขึ้นจริงจัง.

การปฏิบัติและการบังคับใช้เป็นกฎหมาย

ประเทศพัฒนาแล้วเกือบทุกประเทศมีการออกกฎหมายควบคุมอาคาร เพื่อบังคับให้ประหยัดพลังงานมานานแล้ว โดยเฉพาะประเทศในยุโรปที่มีความเข้มงวดที่สืบเนื่องมาจากราคาน้ำมันแพง ผนวกกับห่วงใยในปัญหามลพิษที่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล. ปัญหาโลกร้อนที่ทั่วโลกห่วงใยในปัจจุบันจึงกลายเป็นปัจจัยผลักดันให้มีการปฏิบัติเกิดขึ้น. หลังคาเขียวเป็นวิธีที่ใช้ได้ผล และอยู่ในวิสัยที่ปฏิบัติได้ทันที จึงมีการออกกฎหมายวางกฎเกณฑ์เกี่ยวกับหลังคาเขียวบังคับใช้เพื่อลดภาวะโลกร้อนด้วยการลดการปลดปล่อย CO₂ อย่างแพร่หลาย.

ข้อบัญญัติควบคุมอาคารส่วนใหญ่อาศัยการกำหนดค่าการเปลี่ยนถ่ายความร้อนจากภายนอกสู่อาคารโดยรวมทาง “เปลือกอาคาร” (Overall Thermal Transfer Value หรือ OTTV) และการผ่านเข้าทางหลังคา (Roof Thermal Transfer Value หรือ RTTV) โดยกำหนดค่าความร้อนที่ผ่านเข้าทางหลังคาทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่ไว้ว่าจะต้องไม่เกิน ๒๕ วัตต์/ตร.ม. ประเทศไทยออกกฎหมายนี้เมื่อ พ.ศ. ๒๕๓๘ กำหนดค่าตัวเลขไว้ใกล้เคียงกัน บางแห่งอาจจะต่ำกว่าตามการผันแปรของประเภทอาคาร.

การใช้นี้บังคับกฎหมายนี้และการตระหนักถึงปัญหาโลกร้อนกับการประหยัดพลังงานทำให้การทำหลังคาเขียวแพร่หลายเร็วและมากขึ้น ได้มีการศึกษาทดลองและวิจัยรวมทั้งพัฒนาอุปกรณ์ที่เบา ราคาถูกและสะดวกในการติดตั้งและดูแลรักษาจำหน่ายโดยทั่วไป.

นอกจากการบังคับใช้เป็นกฎหมายแล้วยังมีมาตรการส่งเสริมมาใช้แพร่หลายด้วย. องค์กรเอกชนในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ “สมัชชาอาคารเขียว” (U.S. Green Building Council) ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. ๒๕๔๑ ได้พัฒนามาตรฐานการออกแบบอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ใช้ชื่อย่อว่า “หลีด”



รูปที่ ๑๔ สนามหญ้าดาดฟ้าของการ์เด้นคลิฟคอนโดมิเนียม พัทยา (พ.ศ. ๒๕๒๔) ทำขึ้นเพื่อแทนแบบอาคารหลังคาเอียงที่บังวิวทะเลของชั้นโมสตรและสระว่ายน้ำและแลดูไม่สวยงามเมื่อมองจากอาคารสูงในโครงการเดียวกัน จัดเป็นหลังคาเขียวประเภทกึ่งดูแล



รูปที่ ๑๕ ภูมิทัศน์หลังคาที่สร้างบนดาดฟ้าอาคารจอดรถชั้น ๕ ของตริทศ มารินา กรุงเทพฯ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เพื่อเป็นที่พักผ่อนของผู้ใช้อาศัย จัดเป็นหลังคาเขียวได้ในประเภทดูแลมาก

(LEED; Leadership in Energy and Environmental Design) โดยมีหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลกเป็นสมาชิกมากกว่า ๑๐,๐๐๐ ราย มีโครงการ “อาคารเขียว” ที่ก่อสร้างตามมาตรฐาน “หกรีด” แล้วมากกว่า ๑๔,๐๐๐ โครงการใน ๕๐ รัฐของสหรัฐอเมริกา และ ๓๐ ประเทศทั่วโลก รวมพื้นที่พัฒนาได้มากถึง ๔๔ ล้านตารางเมตร. อาคารเขียวที่เป็นตัวลดความร้อนผ่านทางหลังคาได้รับประกาศนียบัตรซึ่งแบ่งเป็น ๔ ระดับ สามารถนำคะแนนที่สะสมได้ไปแลกเป็นเงินได้จากโครงการ “ซื้อขายคาร์บอน” (Carbon emissions trading) กับประเทศที่ยังไม่สามารถลดการปล่อย CO₂ ตามข้อตกลงในพิธีสารเกียวโตมาตรา ๑๗ ในอัตราตันละ ๑๔ เหรียญสหรัฐฯ ซึ่งเป็นปัจจัยเร่งที่สำคัญในการทำหลังคาเขียวที่แพร่หลายขึ้นในปัจจุบัน.

หลังคาเขียวในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการจัดภูมิทัศน์หลังคาหรือสวนบนดาดฟ้ามานานพอควร. แต่ส่วนใหญ่ทำเพื่อความสวยงามและการใช้สอยเป็นหลัก ไม่ได้คำนึงถึงการลดความร้อนที่ผ่านทางหลังคาอาคาร. แต่ส่วนหลังคาดังกล่าวก็ทำหน้าที่ประหยัดพลังงานได้เช่นเดียวกับหลังคาเขียว. ปัจจุบันยังไม่พบว่ามีโครงการสำคัญใด ๆ ที่ทำหลังคาเขียวเพื่อการนี้โดยตรง. แต่อย่างไรก็ดี โครงการใหญ่ขนาดใหญ่บนที่ดินราคาแพงมีการสร้างสวนหลังคากันมาก โดยเฉพาะโรงแรมและที่พักอาศัย เช่น อพาร์ตเมนต์หรืออาคารชุดเนื่องจากการเพิ่มสวนและพัก

ผ่อนซึ่งบางครั้งก็รวมสระว่ายน้ำโดยไม่ต้องใช้พื้นที่ที่ระดับดินซึ่งมีราคาแพงมาก.

สรุป

หลังคาเขียวมีประโยชน์เนกประการ ทั้งในด้านการใช้สอยและความสวยงาม, ด้านนิเวศวิทยาทั้งแบบปล่อยหรือกึ่งปล่อย, และในด้านการบรรเทาภาวะโลกร้อน ซึ่งปรากฏให้ผลอย่างชัดเจนที่พิสูจน์มาแล้วทั่วโลก. นานาประเทศจึงออกกฎหมายบังคับอาคารใหม่และอาคารเดิมที่ปรับปรุงใหม่ให้สร้างหลังคาเขียวโดยกำหนดค่าการเปลี่ยนถ่ายความร้อนทางหลังคา (OTTV), ข้อจำกัดปริมาณการปลดปล่อย CO₂, รวมทั้งการใช้ระบบภาษีจูงใจ. นอกจากนี้ หลังจากสหประชาชาติกำหนดมาตรการและวิธีการ “การซื้อขายแลกเปลี่ยนคาร์บอน” (carbon trade) เจ้าของอาคารหรือเจ้าของกิจการสามารถนำคะแนนที่ได้จากการลดการปลดปล่อย CO₂ ไปแลกเปลี่ยนเป็นเงินกับประเทศอุตสาหกรรมที่ปล่อย CO₂ เกินได้.

สำหรับประเทศไทยแม้จะมีกฎหมายกำหนดค่า OTTV ออกมาแล้วตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๓๘ มีการออกข้อบังคับให้เจ้าของอาคารปลูกต้นไม้ใหญ่ในบริเวณโครงการ ๑ ต้น ต่อเครื่องปรับอากาศ ๑ ต้น ซึ่งปฏิบัติไม่ได้และยกเลิกข้อบังคับนี้ไป หลังคาเขียวจึงน่าจะเป็นทางช่วยบรรเทาปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรมสามารถใช้บังคับเป็นกฎหมายข้อบังคับได้.

Abstract**Green Roofs and Global Warming****Decha Boonkham*****The Academy of Art, the Royal Institute*

The built environment, which includes buildings, accounts for approximately 40 percent of the total carbon dioxide (CO₂) emitted as a result of human activity; transport, agriculture and industry combined account for the rest. Reducing energy consumption in buildings thus becomes significant. Heat transfer through building envelopes, including through roofs, accounts for 60 percent of electricity consumed by air-conditioning systems. The natural insulation afforded by green roofs is one of the most efficient ways to curb roof thermal transfer value (OTTV) and keep such values below 25 Watts/m², as stipulated under the building code limits in many countries, including Thailand. The benefits of green roofs are several, including storm/flood mitigation in urban areas, reducing urban heat-island effects, increasing urban ecology and wildlife habitats, increasing usable roof areas as well as aesthetic values. Green roofs have been used to conserve heat in buildings in Scandinavia for centuries and they have gained momentum in European countries, particularly in Germany and more recently in the United States, in order to combat the effects of global warming. Thailand has had intensive green roofs built over commercial buildings for more than three decades but not directly for reducing CO₂ emissions. Intensive research is required to find local hardy plants that would be most suitable and require the least maintenances in a country like Thailand, which is situated in a hot and humid region. Generally, green roofs are classified according to three degrees of maintenance: intensive, semi-intensive and extensive which requires the least care.

Key words: green roof, global warming