บทที่ 2
การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของหมู่พระวิมาน พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระนครนี้ เป็นการศึกษาในด้านสิ่งแวดล้อมศิลปกรรม ทั้งนี้งานในด้านสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมนี้ มีความหมายและขอบเขตของงานดังต่อไปนี้คือ

สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม

หน่วยวางแผนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและศิลปกรรม งานการตั้งถิ่นฐานมนุษย์ กองนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2528) ได้ให้คำนิยามของสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมไว้ว่า " สิ่งแวดล้อมศิลปกรรมหมายถึงสิ่งแวดล้อมที่มีความเกี่ยวเนื่องกับสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างหรือกำหนดขึ้น ทั้งในอดีตและในปัจจุบัน ที่มีคุณค่าในทางศิลป วัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ โบราณคดี เทคโนโลยี และรวมถึงศิลปกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมด้วย " ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากความหมายดังกล่าว งานในด้านสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมจึงเป็นงานในด้านการจัดการและการอนุรักษ์ที่มีขอบเขตทั้งสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบตัวศิลปกรรม และตัวศิลปกรรมเองด้วย

ในปัจจุบันหน่วยงานราชการที่มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องดังกล่าวได้แก่ กรมศิลปากร และกองอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติและศิลปกรรม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (โรจน์ คุณเอนก, 2539)

หมู่พระวิมานแหล่งศิลปกรรมที่มีคุณค่ายิ่ง

สถานที่ซึ่งใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่หมู่พระวิมานซึ่งรวมถึงพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยด้วย ทั้งนี้อาคารโบราณดังกล่าวอยู่ในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระนครซึ่งตั้งอยู่ริมถนนพระธาตุ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร

หมู่พระวิมานนี้นับเป็นแหล่งศิลปกรรมที่มีคุณค่า อีกทั้งยังเป็นสถานที่ซึ่งมีความสำคัญในทางประวัติศาสตร์เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ในอดีตหมู่พระวิมานเป็นพระราชมณเฑียรสำคัญของวังหน้า ซึ่ง จิรา จงกล (2537) ได้ให้คำอรรถาธิบายถึงความหมายของวังหน้าไว้ดังต่อไปนี้

" วังหน้าหรือพระราชวังบวรสถานมงคลหมายถึงพระราชวังที่ประทับของพระมหาอุปราชาผู้ทรงเป็นวังหน้า ตามประเพณีสืบมาแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา " และนอกจากนี้ แน่งน้อย ศักดิ์ศรี, ณพิศร กฤตติกากุล และดรุณี แก้วม่วง (2525) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของวังหน้าไว้ว่า " พระราชวัง-บวรสถานมงคลในอดีต มีความสำคัญทำนองเดียวกับพระบรมมหาราชวัง ในการที่เป็นศูนย์กลางการปกครองรองมาจากพระบรมมหาราชวัง เป็นที่ประทับของพระมหาอุปราช และยังเป็นศูนย์-กลางของศิลปวัฒนธรรมของชาติตลอดมา "

สำหรับประวัติของหมู่พระวิมานนั้น ปรากฏหลักฐานว่า ในปี พ.ศ.2325 ซึ่งเป็นขณะเดียวกันกับที่มีการสร้างพระบรมมหาราชวัง กรมพระราชวังบวรมหาสุรสิงหนาทได้โปรดฯ ให้สร้างพระวิมานที่ประทับ ซึ่งคล้ายกับหมู่พระที่นั่งจักรพรรดิพิมานในพระบรมมหาราชวังขึ้น โดยหมู่พระวิมานดังกล่าวประกอบไปด้วยพระวิมานขนาดใหญ่ 3 หลัง และพระที่นั่งอื่น ๆ ที่อยู่ในหมู่เดียวกันรวมแล้วถึง 11 พระองค์ด้วยกัน ซึ่งพระที่นั่งพระองค์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้คือ

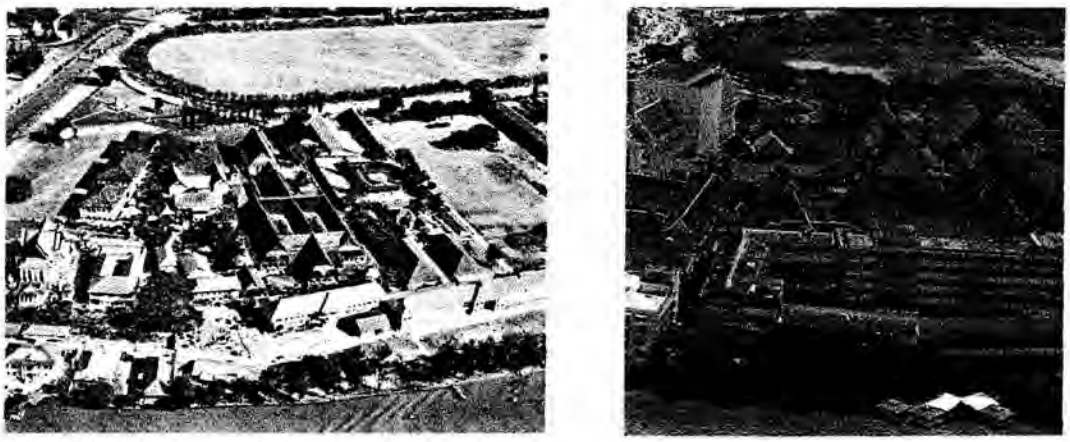
1. พระที่นั่งวสันตพิมาน ซึ่งเป็นพระวิมานหลังใต้
2. พระที่นั่งวายุสถานอมเรศ ซึ่งเป็นพระวิมานหลังกลาง
3. พระที่นังพรหมเมศรังสรรค์ ซึ่งเป็นพระวิมานหลังเหนือ
4. พระที่นั่งภิมุขมณเฑียร
5. พระที่นั่งปฤษฎางค์ภิมุข
6. พระที่นั่งตรงที่เป็นท้องพระโรงหลัง หรือมุขเด็จด้านตะวันตก
7. พระที่นั่งพรหมพักตร์ ซึ่งเป็นท้องพระโรงหน้าเดิม
8. พระที่นั่งบูรพาภิมุข
9. พระที่นั่งทักษิณาภิมุข
10. พระที่นั่งปัจฉิมาภิมุข
11. พระที่นั่งอุตราภิมุข

ทั้งนี้การก่อสร้างหมู่พระวิมานดังกล่าวได้แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2328 โดยใช้เวลาในการก่อสร้าง 3 ปี (แน่งน้อย ศักดิ์ศรี, ณพิศร กฤตติกากุล และดรุณี แก้วม่วง, 2525)

สำหรับพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยซึ่งเป็นพระที่นั่งซึ่งเชื่อมต่อกับหมู่พระวิมานทางด้านหน้านั้น เป็นพระที่นั่งซึ่งสร้างขึ้นในคราวหลังเมื่อกรมพระราชวังบวรมหาศักดิพลเสพย์ ซึ่งเป็นกรม-พระราชวังบวรในสมัยรัชกาลที่ 3 ได้โปรดฯ ให้สร้างเพิ่มเติมในคราวที่บูรณะปฏิสังขรณ์หมู่พระ-วิมานทุกพระองค์ซึ่งอยู่ในสภาพชำรุดทรุดโทรม ทั้งนี้การก่อสร้างพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยเป็นการก่อ

สร้างตามแบบอย่างพระที่นั่งอมรินทรวินิจฉัยในพระบรมมหาราชวัง ซึ่งเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จพระที่นั่งดังกล่าวได้ใช้ประโยชน์เป็นสถานที่ออกต้อนรับแขกเมือง และบำเพ็ญพระราชกุศล รวมทั้งใช้เป็นสถานที่ประกอบพิธีอุปราชาภิเษก ตลอดจนตั้งพระศพกรมพระราชวังบวรองค์ต่อ ๆ มาด้วย (แน่งน้อย ศักดิ์ศรี, ณพิศร กฤตติกากุล และดรุณี แก้วม่วง, 2525)

อย่างไรก็ตามหมู่พระวิมานและพระที่นั่งอิศราวินิจฉัย ได้ถูกใช้งานในฐานะพระราชมณเฑียรในพระราชวังบวรสถานมงคล มาจนกระทั่งถึงสมัยรัชกาลที่ 5 เมื่อพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวโปรดฯ ให้ย้าย " มิวเซียม " จากศาลาสหทัยสมาคมในพระบรมมหาราชวังมาไว้ที่พระที่นั่งด้านหน้า 3 องค์ในพระราชวังบวรสถานมงคล พระที่นั่งอิศราวินิจฉัยจึงได้เปลี่ยนสภาพเป็นอาคารพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเป็นพระที่นั่งองค์แรก และต่อมาในสมัยรัชกาลที่ 7 จึงได้มีการขยายและปรับปรุงพิพิธภัณฑสถานใหม่โดยได้ขยายมาใช้หมู่พระวิมานทั้งหมดเป็นสถานที่จัดแสดงเพิ่มขึ้นด้วย หมู่พระวิมานและพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยจึงได้ใช้งานเป็นสถานที่จัดแสดงศิลปวัตถุของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระนครมาจนถึงปัจจุบันนี้ (Dhanit Yupho, 1990) ซึ่งภาพถ่ายของหมู่พระวิมานในอดีตและปัจจุบันเมื่อมองจากทางอากาศได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2-1



ก. ข.

รูปที่ 2-1 ภาพถ่ายทางอากาศของหมู่พระวิมานวังหน้า

ก. ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2489 ข. ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2539

ที่มา : กรมศิลปากรและมูลนิธิชิเมนต์ไทย (2539)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหมู่พระวิมานรวมทั้งพระที่นั่งอิศราวินิจฉัย เป็นแหล่งศิลปกรรมที่มีคุณค่า ทั้งในด้านของความเก่าแก่ และความสำคัญในฐานะที่เป็นสถานที่ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ รวมทั้งเป็นสถานที่ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวม

ศิลปวัฒนธรรม และเป็นแหล่งศึกษาถึงรูปแบบของงานสถาปัตยกรรมในช่วงปลายกรุงศรีอยุธยา อีกด้วย

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบในการก่อสร้างหมู่พระวิมานและพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยนั้น เป็นการถอดแบบมาจากพระราชวังในครั้งกรุงเก่าเช่นเดียวกับพระราชมณเฑียรในพระบรมมหาราชวัง ดังปรากฏในตำนานวังหน้าความว่า " พระราชวังที่สร้างในกรุงรัตนโกสินทร์นี้ถ่ายแบบอย่างพระราชวังกรุงเก่ามาสร้างทั้งพระราชวังหลวงและวังหน้า " (สมเด็จฯ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ, 2540) อีกทั้งหมู่พระวิมานและพระที่นั่งอิศราวินิจฉัยในปัจจุบันก็เป็นสถานที่ซึ่งมีนักท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมชมเป็นจำนวนมาก ดังนั้นสถานที่ซึ่งใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จึงน่าจะเป็นแม่แบบที่ดีในการศึกษาเพื่อเสนอแนวทางในการอนุรักษ์หมู่พระวิมานเอง และประยุกต์รูปแบบในการอนุรักษ์ดังกล่าวกับพระบรมมหาราชวัง รวมทั้งแหล่งศิลปกรรมแห่งอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันต่อไป.

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของหมู่พระวิมาน

ในเรื่องของสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมพบว่าความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับตัวศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมซึ่งเป็นความเสียหายในทางตรงนั้น เป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (โรจน์ คุณเอนก, 2539) ซึ่งสุภาพ อัจฉริยศรีพงษ์ และนฤมล รื่นไวย(2538) พบว่าโบราณสถานที่อยู่กลางแจ้งจะเกิดการเสื่อมสภาพมากกว่าโบราณสถานที่อยู่ในร่ม เนื่องจากโบราณสถานที่อยู่กลางแจ้งจะมีโอกาสสัมผัสกับสภาพต่าง ๆ มากกว่า

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงบางประการเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของงานโดยได้แบ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ และได้เลือกศึกษาปัจจัยย่อยเพียงบางปัจจัยดังนี้คือ

1. ปัจจัยทางกายภาพ ศึกษาในเรื่องของ การเปลี่ยนแปลงความชื้น อุณหภูมิและความเข้มแสง รวมทั้งในเรื่องของปริมาณและค่า พีเอช ของฝุ่นด้วย

2. ปัจจัยทางชีวภาพ ศึกษาการเกิดการทำลายโดยสิ่งมีชีวิต (biodeterioration) จากสิ่งมีชีวิต 3 ชนิดคือ สาหร่าย (ตะไคร่น้ำ) นกพิราบ และค้างคาว

ทั้งนี้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ได้เลือกศึกษานี้ เป็นปัจจัยที่ทำลายแหล่งศิลปกรรมโดยตรง ซึ่งนอกจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว ยังมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่แหล่งศิลปกรรมอีก ดังที่ได้กล่าวถึงแล้วในบทนำ

การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณความเข้มแสง

ปัจจัยทางกายภาพอันได้แก่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณความเข้มแสงนั้น สามารถก่อให้เกิดความเสียหายแก่แหล่งศิลปกรรมได้ต่าง ๆ กันไป ซึ่งจากการศึกษาของจิราภรณ์ อรัณยะนาค (2529) พบว่าอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางฟิสิกส์ของวัสดุก่อสร้างในอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในทางฟิสิกส์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ การขยายตัวและหดตัวของวัสดุก่อสร้างเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิ ทั้งนี้วัสดุก่อสร้างที่อยู่ที่ผิวของอาคารจะมีการขยายตัวและหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิมากกว่าวัสดุที่อยู่ด้านใน ทำให้เกิดรอยแตกร้าว บิดงอ และการกระเทาะหลุดร่อนออกเป็นแผ่น ๆ อีกทั้งโบราณสถานส่วนใหญ่ยังสร้างขึ้นจากวัสดุก่อสร้างหลายชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิในการขยายตัว (thermal expansion coefficience) แตกต่างกัน เช่น โบราณสถานในอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ที่ก่อสร้างขึ้นจากอิฐที่มีค่าสัมประสิทธิในการขยายตัวเท่ากับ 5.3 X 10^{-6} และ ปูนฉาบที่มีค่าสัมประสิทธิในการขยายตัวอยู่ในช่วง 8 X 10^{-6} ถึง 11 X 10^{-6} ทำให้การขยายตัวของวัสดุทั้งสองไม่เท่ากันและเกิดการกระเทาะหลุดร่อนของปูนฉาบตามมา ดังนั้นจึงมักพบอยู่เสมอ ๆ ว่าโบราณสถานที่สร้างขึ้นจากอิฐก่อ และปูนฉาบมักจะมีการหลุดร่อนของปูนฉาบเกิดขึ้นเสมอ ๆ ซึ่งหมู่พระวิมานเองก็ก่อสร้างจากอิฐก่อและปูนฉาบเช่นเดียวกัน อุณหภูมิจึงอาจมีผลทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของผนังอาคารได้ นอกจากนั้นในหมู่พระวิมานเองยังมีการใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นไม้ เป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งไม้นั้นมีค่าสัมประสิทธิในการขยายตัวอยู่ในช่วง 4 X 10^{-6} ถึง 5 X 10^{-6} (Richardson, 1991) ซึ่งต่ำกว่าอิฐและปูนฉาบ ดังนั้นสำหรับหมู่พระวิมานจึงอาจเกิดรอยแตกระหว่างองค์ประกอบที่เป็นไม้กับอิฐและปูนฉาบได้

นอกจากนี้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคารเองก็อาจทำให้เกิดปัญหา แก่วัสดุก่อสร้างได้ ทั้งนี้จากการศึกษาของ Nakamura, Kushige และ Kenjo (1993) พบว่าค่าเฉลี่ยในรอบหนึ่งปีของอุณหภูมิภายในคลังเก็บศิลปวัตถุของ The Imperial Household มีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิภายนอกถึง 1/10 เท่า

ส่วนผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนั้น จิราภรณ์ อรัณยะนาค (2529) พบว่าอุณหภูมิที่สูงมีส่วนช่วยให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้ดีขึ้น โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศา

เซลเซียส ปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และสำหรับส่วนที่เป็นไม้นั้น Thomson (1981) พบว่า เมื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่แล้วเพิ่มอุณหภูมิให้แก่เซลลูโลส ปฏิกิริยาการสลายตัวของเซลลูโลสจะเพิ่มขึ้น 2.5 เท่าต่ออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และหากมีความชื้นอยู่ด้วยปฏิกิริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น อีกทั้งเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 5 องศาเซลเซียส กระบวนการดูดซับความชื้นในอากาศของของแข็งจะเพิ่มขึ้นถึง 1 1/3 เท่า ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาสามารถก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุก่อสร้างได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความชื้นมีผลต่อการเสื่อมสภาพของโบราณสถานในแง่ของการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างวัสดุกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี จึงสามารถละลายสิ่งต่าง ๆ ได้ดี (บวงมหาวิทยาลัย, 2531) น้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในอากาศจึงทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างวัสดุก่อสร้างกับสิ่งแวดล้อม ทั้งในการทำหน้าที่ละลายก๊าซต่าง ๆ ในอากาศจนเกิดเป็นกรดอ่อนที่มีฤทธิ์กัดกร่อนผิววัสดุ และการทำให้เกิดรูพรุนและคราบเปื้อนที่ผิววัสดุเนื่องจากการละลายของเกลือใต้พื้นดิน ซึ่งละลายและเดินทางผ่านความชื้นที่อยู่ในรูพรุนเล็ก ๆ ของวัสดุก่อสร้างขึ้นมา (จิราภรณ์ อรัณยะนาค, 2529)

ในทางกายภาพความชื้นสามารถทำให้วัสดุเสื่อมสภาพได้ ทั้งในเรื่องของการบวมน้ำซึ่งทำให้วัสดุบิดงอผิดรูปร่างไป ซึ่งหากเปรียบเทียบอัตราการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิแล้วพบว่า เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น 4 เปอร์เซนต์ ในขณะที่อุณหภูมิคงที่ วัสดุจะมีการขยายตัวเท่ากับเมื่ออุณหภูมิของวัสดุนั้นเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสในขณะที่ความชื้นคงที่ นอกจากนั้นการชีดลงของสีก็เกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นเช่นเดียวกัน ทั้งนี้แหล่งของความชื้นที่สำคัญซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาการเสื่อมสภาพเนื่องจากความชื้นก็คือความชื้นที่อยู่ในอากาศ ดังนั้นการวัดความชื้นในอากาศจึงสามารถบ่งชี้ถึงค่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นในวัสดุได้ เช่น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 55 % ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในไม้จะเท่ากับ 12 % เป็นต้น ซึ่งวิธีการควบคุมความชื้นในวัสดุที่ดีที่สุดก็คือการควบคุมความชื้นในอากาศนั่นเอง (Thomson, 1981)

นอกจากนั้นความชื้นยังเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดกระบวนการทำลายโดยสิ่งมีชีวิต (biodeterioration) อีกด้วย ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต การที่โบราณสถานมีความชื้นสูงจึงเอื้อให้สิ่งมีชีวิตจำพวกจุลชีพ สาหร่าย มอส ไลเคน และพืชชั้นสูงอื่น ๆ เข้ามาเจริญได้ดี และจุลชีพเหล่านี้จะใช้น้ำและแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัสดุก่อสร้างเป็นอาหารโดยตรงเพื่อการดำรงชีวิต และสร้างสารบางอย่างซึ่งกัดกร่อนวัสดุก่อสร้างทำให้วัสดุก่อสร้างนั้นลดความแกร่งลงไป (คณะกรรมการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวางแผนพัฒนาแหล่งโบราณสถานเมือง

นครศรีธรรมราช, 2528) ซึ่งสอดคล้องกับ Sadirin (1995) ที่พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตจำพวก สาหร่าย รา มอส ไลเคน แบคทีเรีย พืชล้มลุก และพืชชั้นสูงชนิดต่าง ๆ มาขึ้นบนโบราณสถานวัด Kalasan ในประเทศอินโดนีเซียได้

ดังนั้นในการศึกษาในเรื่องของอิทธิพลของความชื้นต่อการเสื่อมสภาพของโบราณสถานจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น ซึ่งการตรวจวัดความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโบราณสถานนั้น นเรศร์ จันทน์ขาว (2526) ได้ศึกษาการวัดความชื้นของอิฐด้วยเทคนิคนิวเคลียร์เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์โบราณสถาน โดยใช้เครื่องกำเนิดนิวตรอนอเมอริเซียม-เมอริลเลียม 30 มิลลิคูรี หัววัดนิวตรอนช้าชนิดบรรจุก๊าซโบรอนไตรฟลูออไรด์ต่อกับเครื่องนับรังสีแบบกระเป๋าหิ้ว และได้ทดลองวัดความชื้นภายในวัสดุก่อสร้างของมณฑปวัดศรีชุม ที่ความสูง 30 เมตร และ 114 เมตร พบว่าความชื้นในจุดดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง 9.83 - 13.81 เปอร์เซนต์ และ 7.63 - 10.88 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และยังพบอีกด้วยว่า ปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นตามความลึกจากผิวของวัสดุก่อสร้าง อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเสียดายที่การศึกษาดังกล่าวไม่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความชื้นของวัสดุก่อสร้างกับความชื้นของอากาศ ซึ่งอาจจะพบความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของวัสดุกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้ ทั้งนี้วิธีการตรวจวัดความชื้นด้วยเทคนิคทางนิวเคลียร์ดังกล่าวเป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก และมีค่าใช้จ่ายสูง หากสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นในวัสดุก่อสร้างได้ก็จะสามารถใช้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศซึ่งสามารถตรวจวัดได้ง่ายกว่า เป็นตัวบ่งบอกถึงความชื้นในวัสดุได้

สำหรับวิธีการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศนั้น วิธีการใช้เส้นผมคนเป็นเครื่องมือวัดความชื้นนั้นได้รับความนิยมมากที่สุดตั้งแต่วิธีนี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ.2326 โดยค่าที่วัดได้จากเครื่องมือดังกล่าวจะเป็นค่าเปอร์เซนต์ของปริมาณไอน้ำที่มีในอากาศเทียบกับปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ ณ อุณหภูมินั้น ๆ เช่น ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส อากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำจะมีไอน้ำอยู่ถึง 10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ 100 % ก็คือปริมาณไอน้ำที่อิ่มตัวในอากาศไม่ว่าที่อุณหภูมิใด ๆ ก็ตาม (Thomson, 1981)

ส่วนในเรื่องของแสงนั้น Thomson (1981) พบว่าแสงสามารถทำลายวัสดุที่มีส่วนประกอบของอินทรียสารได้ดี โดยแสงจะทำให้วัสดุเหล่านั้นมีสีซีดและเสื่อมสภาพลง ซึ่งการทำลายของแสงนั้นจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสง ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าแสงในช่วงที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นได้นั้นประกอบขึ้นด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กันถึง 7 สีด้วยกัน ซึ่งแสงอุลตราไวโอเลตจะสามารถทำให้วัตถุเสื่อมสภาพได้มากกว่าแสงสีน้ำเงิน และแสงสีน้ำ-

เงินสามารถทำให้วัตถุเสื่อมสภาพได้มากกว่าแสงสีเหลือง และแสงสีแดงไม่ก่อให้เกิดการทำลายทางเคมีแต่อย่างใด

นอกจากนี้แสงจากธรรมชาติโดยทั่วไปแล้ว มักนำมาซึ่งการเพิ่มของอุณหภูมิของวัตถุที่มันตกกระทบด้วย ดังนั้นการทำให้เกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากแสงจึงค่อนข้างสัมพันธ์กับการทำให้เสื่อมสภาพเนื่องจากอุณหภูมิ และนอกจากนี้แสงยังเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ด้วย ซึ่งบางครั้งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพโดยสิ่งมีชีวิต (biodeterioration) ได้ ดังนั้นจึงอาจสามารถกล่าวได้ว่าแสงเป็นปัจจัยเสริมที่เอื้อให้เกิดการทำลายโดยสิ่งมีชีวิตซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไปด้วย

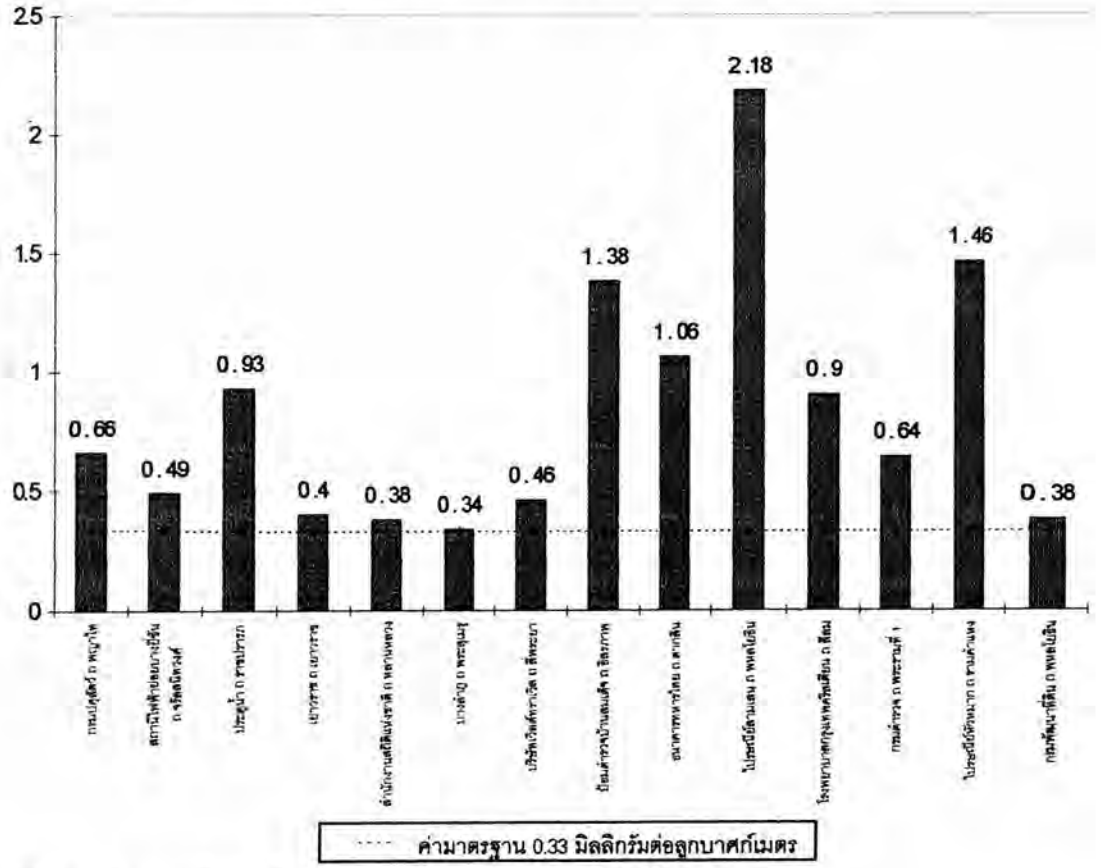
ฝุ่นละอองในอากาศ

ฝุ่นละอองในอากาศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของโบราณสถานได้ ทั้งนี้ฝุ่นละอองและอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศนั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ทั้งชนิดที่เป็นของแข็ง และเป็นหยดของเหลวเล็ก ๆ (liquid drops) ซึ่งฝุ่นละอองเหล่านี้บางชนิดมีที่มาจากการกระทำของมนุษย์ และบางชนิดเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ควัน เขม่า ขี้เถ้า ละอองเกสร กรวด ทราย ฯลฯ (จิราภรณ์ อรัณยะนาค, 2526)

สำหรับการก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากฝุ่นละอองนั้น Subcommittee on Airborn Particles (1979) พบว่า การเสื่อมสภาพที่เกิดจากฝุ่นที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ การเกิดคราบสกปรกเปรอะเปื้อนอาคาร เนื่องจากฝุ่นและเขม่าที่เกาะติดอยู่กับผนังอาคาร นอกจากนี้ Yocom และ McCaldin (อ้างถึงใน Subcommittee on Airborn Particles, 1979) พบว่า ภายใต้สภาวะที่ลมแรงฝุ่นขนาดใหญ่จะถูกพัดเข้าไปรวมกับกระแสลม และกัดเซาะผิวหน้าของอาคารได้คล้ายกับการทำลายที่เกิดจากพายุทราย และนอกจากความเร็วลมจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้ฝุ่นก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพแก่อาคารได้แล้ว Wilson (อ้างถึงใน Subcommittee on Airborn Particles,1979) ยังพบว่า ความชื้นเองก็มีส่วนช่วยให้ฝุ่นเข้าทำลายผนังอาคารได้ ทั้งนี้ความชื้นที่สูงจะทำให้การระเหยของน้ำในผนังอาคารช้าลง และความชื้นที่ไม่สามารถระเหยไปได้นี้จะช่วยให้ ฝุ่นที่มีสภาพเป็นอนุภาคตัวกลาง (nuclei) และเกาะอยู่กับสารมลพิษทางอากาศที่เป็นกรด เข้ามาทำปฏิกิริยากับผนังอาคารเกิดเป็นสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด และทำให้ผิวหน้าของอาคารเสียหายได้ ซึ่งสอดคล้องกับ McBurney (อ้างถึงใน Subcommittee on Airborn Particles, 1979) ที่พบว่าฝุ่นที่มีอนุภาคของกรดไฮโดรคลอริกเกาะอยู่ เมื่อเกาะกับผิวหน้าของอาคาร น้ำและกรดไฮโดรคลอริกจะทำ

ปฏิกิริยากับผิวหน้าอาคารแล้วระเหยออกไป ทำให้โซเดียมซัลเฟตที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดังกล่าวทำปฏิกิริยากับสีที่ผนังอาคารและทำให้สีจางลง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางปัจจัย มีส่วนช่วยให้การเสื่อมสภาพจากฝุ่นละอองในอากาศเกิดได้ดียิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องของความเร็วลม และความชื้น อีกทั้งในปัจจุบันนี้ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศก็มีเพิ่มมากขึ้นในทุกขณะ ซึ่งสำหรับสถานการณ์ของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศของกรุงเทพมหานครนั้น จากรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2538 ของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พบว่า ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate Matter ;TSP) ในกรุงเทพมหานคร เป็นปัญหามลพิษทางอากาศหลักที่อยู่ในขั้นวิกฤต เนื่องจากมีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นได้สูงกว่าค่ามาตรฐานมาก โดยเฉพาะบริเวณริมถนน โดยในปี พ.ศ.2538 ปริมาณฝุ่นรวมบริเวณริมถนนมีค่าสูงกว่าทุกปีที่ผ่านมายกเว้นปี พ.ศ. 2535 ซึ่งปริมาณฝุ่นรวมบริเวณริมถนนสายต่าง ๆ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 ฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดบริเวณริมถนน (แบบชั่วคราว) ปี พ.ศ.2538

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2539)

ทั้งนี้สาเหตุของฝุ่นละอองในอากาศเกิดขึ้นจากควันดำที่ระบายจากรถยนต์ การก่อสร้าง การปรับปรุงถนน การขนส่งวัสดุและจากการเกิดน้ำท่วม (กรมควบคุมมลพิษ, 2539) ซึ่ง

หมู่พระวิมานเองก็เป็นอาคารที่อยู่ห่างจากถนนไม่มากนัก และจากจุดตรวจวัดปริมาณฝุ่นบริเวณบางลำพูซึ่งอยู่ใกล้หมู่พระวิมานมากที่สุด แม้จะมีปริมาณฝุ่นน้อยกว่าจุดตรวจวัดอื่น แต่ก็ยังพบว่ามีปริมาณฝุ่นในบริเวณดังกล่าวมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในอากาศอยู่พอสมควร ดังนั้นโอกาสที่ฝุ่นจะทำให้หมู่พระวิมานเกิดการเสื่อมสภาพนั้นจึงเป็นไปได้มาก

การทำลายโดยการทำให้เกิดการเสื่อมสภาพโดยสิ่งมีชีวิต (Biodeterioration)

นอกจากปัจจัยทางกายภาพแล้ว ปัจจัยในทางชีวภาพเองก็มีส่วนทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของแหล่งศิลปกรรมได้ ทั้งนี้ในทางนิเวศวิทยานั้นมีปรากฏการณ์ประเภทหนึ่งที่เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ (ecological succession) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเกิดขึ้นโดยสิ่งมีชีวิต ซึ่งโบราณสถานหรือแหล่งศิลปกรรมต่าง ๆ นั้นมิใช่สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งเหล่านั้นเกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้นแหล่งโบราณสถานและศิลปกรรมเหล่านั้นจึงหลีกเลี่ยงไปจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในทางนิเวศวิทยาไม่ได้ สำหรับตัวอย่างจากการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในทางนิเวศวิทยานั้น คณะกรรมการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวางแผนพัฒนาแหล่งโบราณสถานเมืองนครศรีธรรมราช (2528) ได้กล่าวถึงการทำให้เกิดการเสื่อมสภาพโดยสิ่งมีชีวิตในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในทางนิเวศวิทยา ที่เริ่มต้นจากจุลินทรีย์ที่สามารถใช้แร่ต่าง ๆ ที่อยู่ในวัสดุก่อสร้างของแหล่งโบราณสถานในการเจริญเติบโต และทำให้บริเวณนั้นมีอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น เมื่อบริเวณดังกล่าวถูกแสงแดดสาหร่ายและราก็สามารถใช้อินทรียวัตถุและแสงในการดำรงชีวิตได้ สาหร่ายและราจึงเข้ามาดำรงชีวิตอยู่แทนที่กลุ่มจุลินทรีย์ ต่อมาสาหร่ายและราอาจเกิดการพัฒนาเป็นไลเคน (lichen) ได้ ซึ่งไลเคนนี้จะผลิตกรดออกซาลิก (oxalic acid) และกรดซิตริก (citric acid) ออกมาย่อยสลายสิ่งที่มันเจริญอยู่และทำให้เกิดฮิวมัส (humus)มากขึ้นได้ และเมื่อมีฮิวมัสมากขึ้นสิ่งมีชีวิตจำพวกมอส (moss) จึงเข้ามาเจริญ และถูกแทนที่ด้วยหญ้า และพืชชั้นสูงอื่น ๆ ในที่สุด

อย่างไรก็ตามนอกจากการเกิดการแทนที่ในทางนิเวศวิทยาแล้ว การเกิดทำลายโดยสิ่งมีชีวิตยังอาจเกิดขึ้นจากสัตว์ได้อีก ทั้งในเรื่องของการทำลายโดยทางตรงด้วยการเข้ากัดกินวัสดุก่อสร้างของโบราณสถานเป็นอาหาร การทำลายด้วยความซุกซน เช่น กรณีของลิงที่อยู่ในบริเวณพระปรางค์สามยอด ที่มักโยกก้อนหินบนตัวองค์พระปรางค์อยู่เสมอ ๆ (โรจน์ คุณเอนก, 2539) หรือการทำลายโดยทางอ้อม เช่น การถ่ายมูลของสัตว์ซึ่งมูลสัตว์นอกจากจะทำให้เกิดคราบสกปรกแล้วยังอาจก่อให้เกิดการกัดกร่อนผิววัสดุก่อสร้างได้ด้วยในกรณีที่มูลสัตว์นั้นมีฤทธิ์เป็นกรด

ดังนั้นในการศึกษาการเกิดการทำให้เสื่อมสภาพโดยสิ่งมีชีวิต จึงจำเป็นต้องศึกษาให้เข้าใจถึงระบบการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต การเพิ่มจำนวน และรายละเอียดอื่น ๆ เพื่อที่จะเสนอแนะแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาต่อไป

สาหร่าย

คราบของตะไคร่น้ำที่ขึ้นอยู่บนผนังอาคารนั้น แท้ที่จริงแล้วคือสาหร่าย ซึ่งสาหร่าย (algae) เป็นสิ่งมีชีวิตจำพวกยูคารีโอติก (eucaryotic) ที่มีโครงสร้างง่าย ๆ กล่าวคือ ในโครงสร้างของสาหร่ายอาจมีเซลเพียงเซลเดียว หรือหลายเซลประกอบกันขึ้นแบบไม่ซับซ้อนก็ได้ แต่เซลเหล่านั้นจะต้องไม่รวมกันเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537) ดังนั้นสาหร่ายจึงไม่มีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เฉพาะ เช่น ท่อลำเลียง ราก ลำต้น และใบ แต่โครงสร้างของสาหร่ายทั้งหมดจะรวมเรียกว่าทัลลัส (thallus) ทั้งนี้สาหร่ายจะมีขนาดต่าง ๆ กันไปตั้งแต่ 0.5 ไมครอนไปจนถึงพวกสาหร่ายทะเลที่มีขนาดยาวเป็นร้อยฟุตขึ้นไป (อักษร ศรีเปล่ง, 2529)

ในปัจจุบันได้มีการจัดจำแนกสาหร่ายออกเป็นจำพวกต่าง ๆ (Morris, 1977) โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งดิวิชันดังนี้คือ

1. รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง
2. ลักษณะของอาหารที่เก็บไว้ภายในเซล
3. องค์ประกอบของผนังเซล (cell wall)
4. ลักษณะของแฟลกเจลลา (flagella)
5. ลักษณะของโครงสร้างของเซล

ซึ่งจากหลักเกณฑ์ดังกล่าวในปัจจุบันได้มีการแบ่งสาหร่ายออกเป็น 11ดิวิชัน (division) ด้วยกันดังต่อไปนี้คือ

1. ดิวิชัน Cyanophyta
2. ดิวิชัน Prochlorophyta
3. ดิวิชัน Glaucophyta
4. ดิวิชัน Rhodophyta
5. ดิวิชัน Heterokontophyta
6. ดิวิชัน Haptophyta
7. ดิวิชัน Cryptophyta

8. ดิวิชัน Dinophyta

9. ดิวิชัน Euglenophyta

10. ดิวิชัน Chlorarachniophyta

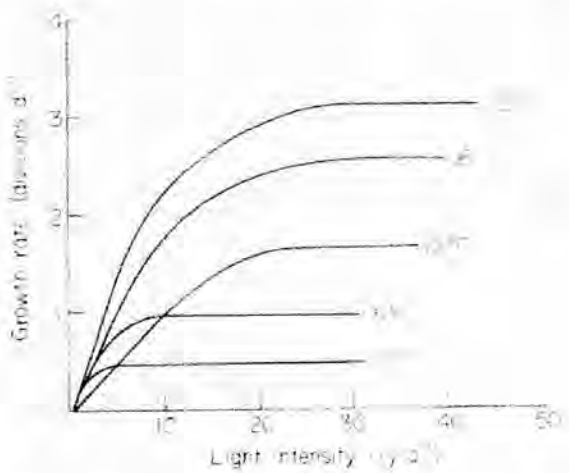
11. ดิวิชัน Chlorophyta (Van Den Hock, Mann และ Jahns, 1995)

สำหรับการดำรงชีวิตของสาหร่ายนั้นสาหร่ายส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) อยู่ภายในเซล ดังนั้นสาหร่ายส่วนใหญ่จึงสามารถสังเคราะห์แสง (photosynthesis) และทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต แต่ก็มีส่วนน้อยที่ดำรงชีวิตแบบ heterotroph ดังนั้นสาหร่ายจึงเป็นผู้ผลิตที่สำคัญชนิดหนึ่งในระบบนิเวศโลก และการที่สาหร่ายสามารถสร้างอาหารได้เองนั้น ทำให้สาหร่ายสามารถเจริญได้ในเกือบทุกสถานที่ รวมทั้งบนโบราณสถาน และแหล่งศิลปกรรมต่าง ๆ ด้วย ซึ่ง Whiteley และ Richardson (อ้างถึงใน นิชนันท์ ทัดแก้ว และคณะ, 2539) พบว่าสาหร่ายสามารถเจริญได้บนพื้นผิวเปียกชื้นที่ได้รับแสงอย่างเพียงพอ ซึ่ง Sze (1993) ได้กล่าวถึงสาหร่ายที่สามารถเจริญได้บนพื้นผิวที่เปียกชื้นนี้โดยเรียกสาหร่ายเหล่านั้นว่า สาหร่ายบก (aerial algae)

สาหร่ายบกตามความหมายของ Sze นั้นหมายถึงสาหร่ายที่ขึ้นอยู่บนผิวหน้าของดิน หิน ต้นไม้ หิมะ และอาจเกาะตัวกันเป็นแผ่นฟิลม์บาง ๆ เมื่อมีปริมาณมาก ๆ โดยทั่วไปแล้วสาหร่ายบกเกือบทุกชนิดมักเป็นสาหร่ายในกลุ่มเดียวกันกับสาหร่ายที่อยู่ในน้ำ ที่สำคัญที่สุดและพบมากที่สุดได้แก่กลุ่มของสาหร่ายสีเขียว (green algae) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) รองลงมาคือกลุ่มของไดอะตอม (diatoms) ไตรโบไฟต์ (tribophytes) และสาหร่ายสีแดง (red algae) ซึ่งพบเห็นอยู่บ้าง

อย่างไรก็ตามเมื่อพูดถึงในแง่ของความทนทาน (tolerance) แล้ว สาหร่ายบกจะมีความทนทานมากกว่าสาหร่ายที่อยู่ในน้ำ ถึงแม้ว่าสาหร่ายบกจะต้องการความชื้นเพื่อการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับสาหร่ายทั่วไป แต่เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความชื้นต่ำ หรือมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต สาหร่ายบกจะอยู่ในสภาพพักตัวเพื่อที่จะมีชีวิตต่อไป ซึ่งนอกจากความชื้นแล้ว ยังมีปัจจัยจำกัด (limiting factor) ที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่ายอีกหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ธาตุอาหาร ซึ่งสาหร่ายโดยทั่วไปนั้นมีความต้องการธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และธาตุอาหารอื่น ๆ อีกประมาณ 13 - 15 ชนิด และจากการศึกษาของ Darley (1982) พบว่าการนำธาตุอาหารไปใช้ของสาหร่ายมักจะถูกกระตุ้นโดยแสง ซึ่งบางครั้งอัตราการนำไปใช้ (uptake rate) อาจเพิ่มขึ้นถึง 10 - 15 เท่าของอัตราการนำไปใช้เมื่อไม่มีแสง ดังนั้นแสงจึงเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง ทั้งนี้เพราะอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง

เมื่อความเข้มแสงมากขึ้น จนกระทั่งเป็นแนวระนาบที่ความเข้มแสงอิ่มตัว ซึ่งจากจุดนี้หากมีความเข้มแสงที่สูงเกินกว่าจุดดังกล่าว อัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะลดลง ดังปรากฏในการศึกษาของ Yoder (อ้างตาม Darley, 1982) ในรูปที่ 2-3 แต่หากความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้นจนเกินความต้องการแล้ว Garcia, Pichel และ Castenholz (อ้างถึงใน Sze, 1993) พบว่าสาหร่ายบกส่วนใหญ่จะมีกลไกในการป้องกันโดยมีเยื่อบาง ๆ (sheath) มาหุ้มรงควัตถุไว้ ดังนั้นสาหร่ายบกจึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ท่ามกลางแสงแดดที่มีความเข้มสูง ๆ และแสง UV นอกจากนี้จากการศึกษาของ Yoder ที่ได้กล่าวมาแล้วจะสังเกตได้ว่า นอกจากปัจจัยจำกัดในเรื่องของธาตุอาหารและน้ำแล้ว อุณหภูมิเองก็เป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของสาหร่ายน้ำจืดและสาหร่ายน้ำเค็มจะอยู่ในช่วง 18 - 25 องศาเซลเซียส (Darley,1982) อย่างไรก็ตามหากสาหร่ายถูกแสงแดดที่มีความเข้มแสงมากเกินไปก็อาจทำให้เซลเป็นอันตรายได้



รูปที่ 2-3 ผลการศึกษาของ Yoder เกี่ยวกับปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของสาหร่าย*Skeletonema costatum*

ที่มา : Darley (1982)

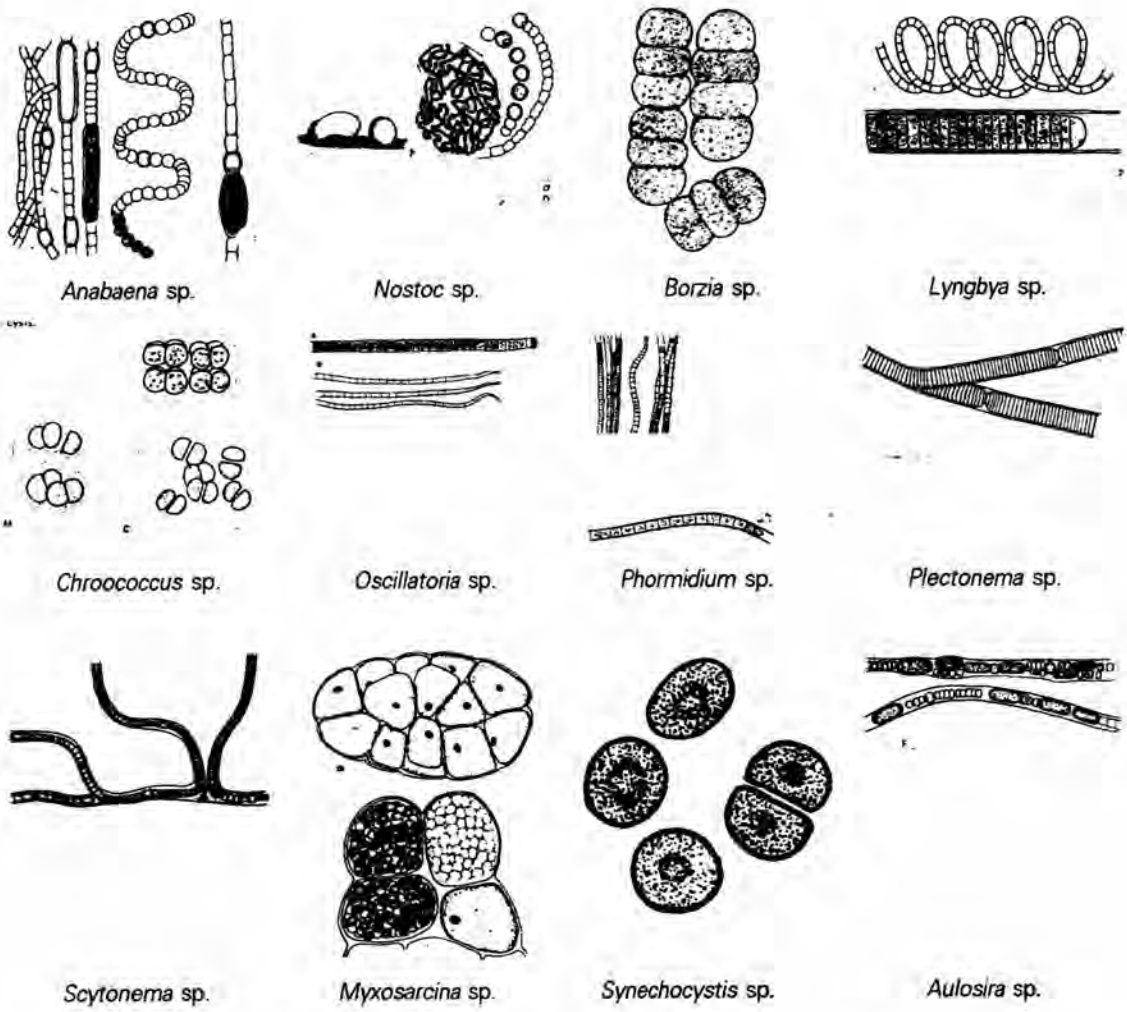
ดังนั้นบนพื้นผิวของโบราณสถานหรืออาคารที่มีความเปียกชื้น และมีแสงแดดส่องถึง จึงเป็นแหล่งที่สาหร่ายสามารถขึ้นได้ซึ่ง Giacobini (1992) ได้รายงานถึงประวัติการค้นพบสาหร่ายที่เจริญอยู่บนศิลปวัตถุ โดยพบว่ากลุ่มของผงฝุ่นสีชมพูที่เกิดขึ้นบนภาพเขียนจากผนังงานปูนปั้น และงานหินจำหลักในอิตาลี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สันณิษฐานว่าเป็นแบคทีเรียนั้น แท้ที่จริงแล้วเป็นสาหร่ายชนิดหนึ่ง ทำให้การเกิดขึ้นของสาหร่ายบนพื้นผิวได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์ในประเทศอังกฤษและประเทศยุโรป รวมทั้งประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น การศึกษาสาหร่ายที่ขึ้นบนภาพจิตรกรรมฝาผนังที่ป้อม Quila Mubarak ในประเทศอินเดีย ซึ่งพบว่าสาหร่ายที่เจริญอยู่บนภาพจิตรกรรมดังกล่าวเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล *Chroococcus* (Mishra

และ Garg, 1995) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสาหร่ายที่เจริญอยู่บนโบราณสถานที่สร้างขึ้นจากหินบะซอลท์ ที่วัด Kalasan ในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสาหร่ายที่พบเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในครอบครัว(Family) Cyanophyceae และ Nostocaceae สาหร่ายสีเขียวในครอบครัว Chlorophyceae และสาหร่ายจำพวก Diatomeae ด้วย

ในเวลาต่อมาการศึกษาดังกล่าวจึงได้ขยายขอบเขตมาศึกษาถึงวิธีการควบคุมการเจริญของสาหร่าย ทั้งนี้เพราะผลจากการทำให้เสื่อมสภาพโดยสาหร่ายเริ่มปรากฏชัดเจนมากขึ้น ดังเช่นกรณีของถ้ำ Lascaux ซึ่งต้องปิดมิให้สาธารณชนเข้าเยี่ยมชมเนื่องจากภาพเขียนโบราณภายในถ้ำถูกทำลายโดยสาหร่ายที่ติดมากับผู้เข้าชม (Sze, 1993) ดังนั้นการศึกษาวิธีการควบคุมการเจริญของสาหร่ายบนพื้นผิวจึงได้เริ่มขึ้น ดังเช่น Mishra *et.al.* (อ้างถึงใน นิชนันท์ ทัดแก้ว และคณะ, 2539) ได้ศึกษาถึงการควบคุมการเจริญของสาหร่ายบนพื้นผิวของโบราณสถานในประเทศอินเดีย เช่นเดียวกันกับ Young *et.al.* (อ้างถึงใน นิชนันท์ ทัดแก้ว และคณะ, 2539) ที่รายงานถึงสาหร่ายที่เจริญบนพื้นผิวคอนกรีต และพื้นผิวที่ทาสีในประเทศสิงค์โปร์ รวมทั้งวิธีการควบคุมหรือป้องกัน และวิธีการชะลอการเจริญของสาหร่าย นอกจากนี้ยังได้มีการคิดค้นสารเคมีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการกำจัดสาหร่ายดังเช่นการศึกษาของ Ito และ Fukuhara (1993) ที่ใช้สารเคมีที่ไม่เปิดเผยสูตรชื่อ Hokusaido R-150 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารจำพวก isothiazoline มากำจัดสาหร่าย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสารเคมีดังกล่าวสามารถกำจัดสาหร่ายที่เจริญอยู่บนไม้ได้เป็นอย่างดี ส่วนการควบคุมการเจริญของสาหร่ายบนโบราณสถานในประเทศไทยนั้น Chalit Singhasiri, Thitima Wangteeraprasert และ Prateep Kongsanit (1995) ได้ทดลองใช้สารเคมีหลายชนิดที่มีฟอร์มาลิน และไลซอลเป็นองค์ประกอบ มากำจัดสาหร่ายและไลเคนที่ขึ้นอยู่บนปราสาทหินพนมวัน ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าในบริเวณที่มีการฉีดพ่นสารดังกล่าวไม่มีสาหร่ายเจริญขึ้นมาอีกเลยเป็นระยะเวลา 5 ปี

สำหรับการศึกษาจำแนกชนิดของสาหร่ายที่เจริญอยู่บนโบราณสถานในประเทศไทยนั้น พบว่าสาหร่ายที่พบได้บ่อยบนโบราณสถานในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งรูปร่างลักษณะของสาหร่ายเหล่านั้นได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2-4 และการศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดของสาหร่ายที่เจริญอยู่บนโบราณสถานในประเทศไทยพอที่จะสรุปได้ดังตารางที่ 2-1 และนอกจากนี้ นิชนันท์ ทัดแก้ว และคณะ (2539) ยังได้ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างสาหร่ายที่ขึ้นอยู่บนผนังอาคารบ้านเรือน และโบราณสถานทั้งในกรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม และพื้นที่ภาคใต้เป็นจำนวนถึง 100 ตัวอย่างเพื่อค้นหาสาหร่ายที่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบความทนทานของสี สารเคลือบผิว และวัสดุที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวพบสาหร่ายทั้งสิ้น 3 คลาส 26 สกุล 58 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ คลาส Cyanophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว

แกมน้ำเงิน) จำนวน 17 สกุล คลาส Chlorophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว) จำนวน 6 สกุล และ คลาส Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) จำนวน 3 สกุล ทั้งนี้สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล *Phormidium* ซึ่งพบถึง 76 เปอร์เซนต์จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาเป็นสาหร่ายในสกุล *Nostoc* ซึ่งพบ 44 เปอร์เซนต์จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ส่วนสาหร่ายสีเขียวที่พบมากที่สุดได้แก่สาหร่ายในสกุล *Chlorococcum* ซึ่งพบถึง 41 เปอร์เซนต์จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด



รูปที่ 2-4 ลักษณะของสาหร่ายที่พบได้บ่อยบนโบราณสถานในประเทศไทย รวบรวมจาก Presscott (1970)

ตารางที่ 2-1 การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดพันธุ์ของสาหร่ายในประเทศไทย

สถานที่ศึกษา	วัสดุที่เป็นองค์ประกอบ	ชนิดของสาหร่าย	ผู้ศึกษา
1. อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย จังหวัดสุโขทัย - วัดมหาธาตุ	อิฐและปูนฉาบ	Blue-green Algae : - *Gloeocapsa punctata* - *Chroococcus minutus* - *Synechocystis* sp. - *Nostoc punctiforme* - *Nostoc calcicola* - *Nostoc ellipsosporum* - *Nostoc muscorum* - *Anabaena anomala* - *Anabaena fertilissima* - *Anabaena* sp. - *Aulosira* sp. - *Scytonema hofmanni* - *Scytonema mirabile* - *Scytonema* sp. - *Oscillatoria* sp. - *Phormidium* sp. - *Stigonema hormoides* Green Algae : - *Chlorococcum* sp. Diatom : - *Diatom* sp1. - *Diatom* sp2.	อักษร ศรีเปล่ง (2526)
-วัดศรีชุม		Blue-green Algae : - *Gloeocapsa punctata* - *Chroococcus montanus* - *Synechocystis* sp. - *Nostoc punctiforme* - *Nostoc calcicola* - *Nostoc muscorum* - *Anabaena anomala* - *Anabaena* sp. - *Scytonema hofmanni*	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดพันธุ์ของสาหร่ายในประเทศไทย

สถานที่ศึกษา	วัสดุที่เป็นองค์ประกอบ	ชนิดของสาหร่าย	ผู้ศึกษา
- วัดศรีชุม (ต่อ)		- *Scytonema mirabile* - *Scytonema* sp. - *Tolypothrix campylonemoides* - *Oscillatoria* sp. - *Phormidium* sp. - *Stigonema hormoides* - *Heterohormogonium* sp. - *Myxosarcina* sp. Green Algae : - *Chlorococcum* sp. Diatom : - *Diatom* sp1. : - *Diatom* sp2.	
2. อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ - ปรางค์ศรีเทพ	อิฐและปูนฉาบ	Blue-green Algae: - *Chroococcus* sp. - *Borzia* sp. - *Lyngbya* sp. - *Oscillatoria* sp. - *Phormidium* sp. - *Anabaena* sp. - *Plectonema* sp. Green Algae : - *Chlorococcum* sp. - *Dictyosphaerium* sp. - *Scenedesmus* sp. - *Protococcus* sp. Diatom : - *Fragilaria* sp. - *Navicula* sp.	Aksorn Sripleng (1995)
- ปรางค์สองพี่น้อง		Blue-green Algae : - *Chroococcus* sp. - *Borzia* sp. - *Lyngbya* sp.	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดพันธุ์ของสาหร่ายในประเทศไทย

สถานที่ศึกษา	วัสดุที่เป็นองค์ประกอบ	ชนิดของสาหร่าย	ผู้ศึกษา
- ปรางค์สองพี่น้อง (ต่อ)		- *Oscillatoria* sp. - *Anabaena* sp. - *Nostoc* sp. - *Plectonema* sp. - *Scytonema* sp Green Algae : - *Chlorococcum* sp. - *Scenedesmus* sp. - *Protococcus* sp. Diatom : - *Fragilaria* sp. - *Navicula* sp. - *Nitzschia* sp.	
3. อุทยานประวัติศาสตร์ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย - วัดเขาสุวรรณคีรี	อิฐและปูนฉาบ	Blue-green Algae : - *Chroococcus* sp. - *Oscillatoria* sp. - *Phormidium* sp. - *Myxosarcina* sp. - *Synechocystis* sp. - *Anabaena* sp.	Aksorn Sripleng (1995)
- วัดช้างล้อม		Blue-green Algae : - *Chroococcus* sp. - *Oscillatoria* sp. - *Phormidium* sp. - *Myxosarcina* sp. - *Synechocystis* sp. - *Aulosira* sp Yellow-green Algae:- *Vaucheria* sp. Green Algae : - *Chlorococcum* sp. Diatom : - *Fragilaria* sp. - *Navicula* sp.	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดพันธุ์ของสาหร่ายในประเทศไทย

สถานที่ศึกษา	วัสดุที่เป็นองค์ประกอบ	ชนิดของสาหร่าย	ผู้ศึกษา
4. ปราสาทหินพนมวัน จ.นครราชสีมา	หินทราย	Blue-green Algae : - *Nostoc* sp. - *Chroococcus* sp. Green Algae : - *Chlorella* sp.	Chalit Singhasiri, Thitima Wangteeraprasert และ Prateep Kongsanit(1995)

อย่างไรก็ตามนอกจากการศึกษาเพื่อกำจัดสาหร่ายที่เจริญอยู่บนผนังอาคารซึ่งเป็นโบราณสถานแล้ว ยังมีความพยายามในการศึกษาซึ่งค่อนข้างจะสวนทางกับการศึกษาถึงวิธีการกำจัดสาหร่าย นั่นก็คือการศึกษาเพื่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายบนผนังอาคาร ดังเช่นการศึกษาของ Nanba *et.al.* (1995) แต่การศึกษาดังกล่าวก็ยังคงเกิดประโยชน์แก่การกำจัดสาหร่ายอยู่บ้าง นั่นก็คือผลจากการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงช่วงของความทนต่อปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือผลจากการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึง niche ของสาหร่ายนั่นเอง ซึ่งเมื่อสามารถทราบได้ถึง niche ของสาหร่ายแล้ว การกำจัดสาหร่ายอาจเปลี่ยนรูปแบบจากการใช้สารเคมีมาเป็นการใช้กลวิธีในการปรับสภาพแวดล้อมให้เกิดความไม่เหมาะสมกับการเจริญของสาหร่ายแทนก็ได้

นอกจากสาหร่ายแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตจำพวกพืชที่ทำอันตรายแก่โบราณสถานได้อีก ทั้งนี้จากการศึกษาของ Aksorn Sripleng (1995) พบว่านอกจากสาหร่ายแล้ว มอส ลิเวอร์เวิร์ท ชีแนก-จีเนลลา และเฟิร์น ก็สามารถเจริญและทำให้เกิดการเสื่อมสภาพแก่โบราณสถานได้ นอกจากนี้ยังมีพืชชั้นสูงในสกุล *Eclipta, Tridax, Euphorbia, Ficus, Coccinia, Mukai, Ruellia, Gomphrena, Amaranthus, Commelina, Cyperus, Catharanthus, Centella, Abutilon, Mimosa, Hedyotis, Digitaria, Chloris, Eragrostis, Dactyloctenium* และ *Cynodon* อีกด้วย

นกพิราบ

นอกจากพืชแล้ว สัตว์เองก็มีส่วนทำให้เกิดการเสื่อมสภาพแก่โบราณสถานได้ ซึ่งนกพิราบก็เป็นหนึ่งในสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพแก่โบราณสถานได้ ทั้งนี้นกพิราบมักทำให้เกิดการเสื่อมสภาพโดยทางอ้อมจากการทำให้กระเบื้องมุงหลังคาหล่นลงมาแตกเนื่องจากการเหยียบย่ำ หรือความสกปรกเนื่องจากมูลของนก เช่น ที่เมือง Karmakura ซึ่งพระพุทธรูปที่ทำจากสำริดขนาดใหญ่ และอนุสาวรีย์ Figure of peace ซึ่งทำจากคอนกรีตถูกทำให้เสื่อม

สภาพด้วยมูลของนกพิราบป่า (*Columba livia*) (Udagawa, 1993) ซึ่งเป็นนกพิราบชนิดเดียวกันกับที่มีในประเทศไทย ทั้งนี้การถ่ายมูลของนกพิราบนอกจากจะทำให้เกิดร่องรอยสกปรกแล้ว ยังอาจชักนำให้จุลินทรีย์ สาหร่าย รา และพืชชั้นสูงอื่น ๆ เข้ามาเจริญในบริเวณนั้นได้

สำหรับนกพิราบในประเทศไทย เฉพาะในบริเวณภาคกลางนั้น Boonsong Lekagul และ Round (1991) รายงานว่า พบนกพิราบเพียงชนิดเดียวคือนกพิราบป่าที่มีชื่อสามัญว่า Rock Pigeon และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Columba livia* นกพิราบชนิดนี้ไม่ใช่สัตว์พื้นเมือง (native species) ของประเทศไทย แต่นกพิราบเป็นนกที่ถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศ (introduced species)

ตามปกติแล้ว นกพิราบเป็นสัตว์ที่ไม่เชื่อง ลักษณะของขนอาจมีสีหลายหลากสี แต่ส่วนใหญ่มักเป็นสีเทาเข้ม มีปีกที่มีฐานกว้างปลายแหลมขอบปีกมีสีดำและปลายหางมีสีดำ อีกทั้งที่ท้ายทอยจะมีแถบสีเขียวเป็นมันวาวอีกด้วย ซึ่งรูปของนกพิราบนั้นได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2-5

รูปที่ 2-5 ลักษณะของนกพิราบป่า (*Columba livia*) ที่มา : Boonsong Lekagul และ Round (1991)

ในเรื่องของการจับคู่ผสมพันธุ์นั้น Taylor (1995) รายงานว่า นกพิราบเป็นสัตว์ที่อยู่กินแบบคู่เดี่ยว (monogamous) ซึ่งนกพิราบทั้งตัวผู้และตัวเมียจะช่วยกันสร้างรังเมื่อจะผสมพันธุ์ ทั้งนี้นกพิราบสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ทั้งปีโดยจะวางไข่ครั้งละ 2 ฟอง และเมื่อนกตัวเมียวางไข่แล้ว นกทั้งสองตัวก็จะช่วยกันฟักไข่ซึ่งไข่แต่ละฟองจะใช้เวลาฟักนานประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดแล้วลูกนกก็จะเจาะเปลือกไข่ออกมา เมื่อลูกนกฟักเป็นตัวใหม่ ๆ แม่นกจะเลี้ยงลูกนกด้วยน้ำนมที่อยู่ในคอหอยที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นที่อุดมไปด้วยโปรตีนและไขมัน ซึ่งลูกนกก็จะเจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงประมาณ 16 ถึง 19 วันหลังจากออกจากไข่ ลูกนกจึงสามารถออกจากรังได้ และจะเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์เมื่อลูกนกมีอายุประมาณ 6 เดือน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่านกพิราบนั้นสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถผสมพันธุ์ได้ทั้งปี ทั้งนี้ในหนึ่งปีนั้นพ่อและแม่นกอาจให้ลูกได้ถึง 6 ครอก ดังนั้นจำนวนนกพิราบจึง

เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตราบเท่าที่มีอาหารและที่อยู่อาศัยเพียงพอ อีกทั้งนกพิราบเป็นนกที่อยู่ประจำถิ่น และมีความสามารถคืนกลับมายังที่อยู่อาศัยเดิมได้ดี ทำให้ประชากรของนกพิราบมีอัตราการอพยพออกจากถิ่นที่อยู่อาศัยเดิมน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย

อย่างไรก็ตามในบริเวณพระบรมมหาราชวัง ท้องสนามหลวง และหมู่พระวิมานนั้น มีการประมาณกันว่ามีนกพิราบอาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวถึง 15,000 ตัว และนกเหล่านั้นก็พากันถ่ายของเสียใส่แหล่งศิลปกรรมสำคัญต่าง ๆ ในบริเวณนั้น ซึ่งการกระทำดังกล่าวส่งผลให้ทางสำนักงานเขตพระนคร กรุงเทพมหานครมีโครงการที่จะจับนกพิราบเหล่านั้นใส่กรงแล้วนำไปปล่อยที่จังหวัดเชียงใหม่ และด้วยความร่วมมือของสมาคมเพื่อนนกเพื่อการแข่งขัน (Association of Friendly Bird Competitors) จึงได้มีการจับนกชุดแรกจำนวน 8,000 ตัว ไปไว้ยังที่ทำการของสมาคมในซอยลาดพร้าว 87 เพื่อนำไปปล่อยยังจังหวัดเชียงใหม่ต่อไป (Poona Antasuda, 1997)

นอกจากการจับนกพิราบไปปล่อยแล้ว ยังมีวิธีการอื่น ๆ อีกหลายวิธีในการควบคุมประชากรของนกพิราบไม่ให้มีมากจนเกินไป เช่น การใช้แสงไฟฟ้าที่มีความสว่างมาก ๆ มาส่องไล่นก การใช้เสียงไล่ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าวิธีที่สามารถคุมจำนวนประชากรของนกพิราบอย่างได้ผลก็คือ การจับนกเหล่านี้มาเลี้ยงไว้ในกรงในบริเวณที่อยู่ห่างออกไป แล้วเปิดกรงในตอนเช้าเพื่อให้นกออกมากินอาหารในที่ที่จัดไว้ให้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวใช้ได้ผลมาแล้วที่เมือง Yasukuni กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น (Udagawa, 1993) แต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ไม่ได้เป็นวิธีการที่จะลดจำนวนนกพิราบลง ซึ่งในเรื่องของวิธีการลดจำนวนนกพิราบนั้น Yuthana Smitasiri (1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรที่มีชื่อว่า กวาวเครือขาว (*Pueraria mirifica*) มาใช้ในการคุมกำเนิดลูกนกพิราบ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าสมุนไพรชนิดนี้จะยับยั้งพฤติกรรมการจับคู่และผสมพันธุ์ของนกพิราบ โดยกวาวเครือขาวจะมีผลต่อการสร้างน้ำเชื้อของนกพิราบเพศผู้ และยับยั้งการสร้างและการตกไข่ในนกพิราบเพศเมีย ซึ่งการใช้ต้นกวาวเครือขาวนั้นมีขั้นตอนในการเตรียมที่สะดวก และราคาถูก ดังนั้นการใช้สมุนไพรดังกล่าวจึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีในการควบคุมจำนวนของนกพิราบต่อไป

สำหรับการทำลายโดยนกชนิดอื่นนั้น Udagawa (1993) พบว่าตามวัดเก่าแก่ในประเทศญี่ปุ่น พบนกหัวขวาน (Woodpecker) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Gread-spotted Woodpeckers (*Piccides major*) เข้ามาเจาะรูตามส่วนประกอบที่เป็นไม้ของโบราณสถานเหล่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่เคยปรากฏรายงานถึงการทำให้เกิดการเสื่อมสภาพโดยนกหัวขวานหรือนกชนิดอื่น แต่เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งอาจเป็นประโยชน์กับการ

ศึกษาในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการบันทึกชนิดพันธุ์ของนกชนิดอื่น ๆ ที่พบในบริเวณหมู่พระวิมานไว้ด้วย

ค้างคาว

นอกจากนกพิราบแล้ว ค้างคาวก็เป็นสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากสิ่งมีชีวิต (biodeterioration) ได้ ทั้งนี้ค้างคาวเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งโดยมากมักพบค้างคาวอาศัยอยู่ตามถ้ำ แต่ในโบราณสถานหรือแหล่งศิลปกรรมบางครั้งก็อาจพบค้างคาวอาศัยอยู่ได้ และการเข้ามาอาศัยของค้างคาวนี้ก็มักทำให้เกิดความเสียหายกับโบราณสถานทั้งในเรื่องของความสกปรกจากมูลค้างคาว ดังเช่นที่นครวัดในประเทศกัมพูชา (Udagawa, 1993) หรือที่ถ้ำ Ajanta ในประเทศอินเดีย ซึ่ง Sharma, Saxena และ Saxena (1995) พบว่านอกจากมูลค้างคาวจะก่อให้เกิดความสกปรกแล้ว คราบของสิ่งขับถ่ายจากค้างคาวยังสามารถเคลื่อนที่แบบโครมาโตกราฟฟี (chromatagraphy) เข้าทำลายภาพจิตรกรรมฝาผนังในถ้ำได้ รวมทั้งองค์ประกอบของมูลค้างคาวยังมีธาตุอาหารสำคัญ ๆ ที่สามารถชักนำให้แมลงและจุลชีพอื่น ๆ เข้ามาทำลายภาพเขียนต่อไปด้วย

ในปัจจุบันได้มีการค้นพบค้างคาวในโลกกว่า 1,000 ชนิด ซึ่งคิดเป็น 25 เปอร์เซนต์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทั้งหมด (มาร์ค โรบินสัน และสาระ บำรุงศรี, 2537) และในประเทศไทยมีการค้นพบค้างคาวแล้วถึง 109 ชนิด 9 วงศ์ (นิเวช นาดี, 2539)(บางฉบับเช่นของวันชัย วัฒนกุล (2538) รายงานว่ามีเพียง 107 ชนิดเท่านั้น) ส่วนในกรุงเทพมหานครนั้น จากการศึกษาของวันชัย วัฒนกุล (2538) พบว่าค้างคาวที่อาศัยอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอยู่ถึง 8 ชนิดด้วยกันดังนี้คือ

1. วงศ์ Pteropodidae พบ 4 ชนิด คือ
    - 1.1 *Cynopterus brachyotis*
    - 1.2 *C. sphinx*
    - 1.3 *Eonycteris spelaea*
    - 1.4 *Pteropus lylei*
2. วงศ์ Emballonuridae พบ 2 ชนิด คือ
    - 2.1 *Taphozous longimanus*
    - 2.2 *T. melanopogon*
3. วงศ์ Vespertilionidae พบ 2 ชนิด คือ

3.1 *Myotis hasselti*

3.2 *M. muricola*

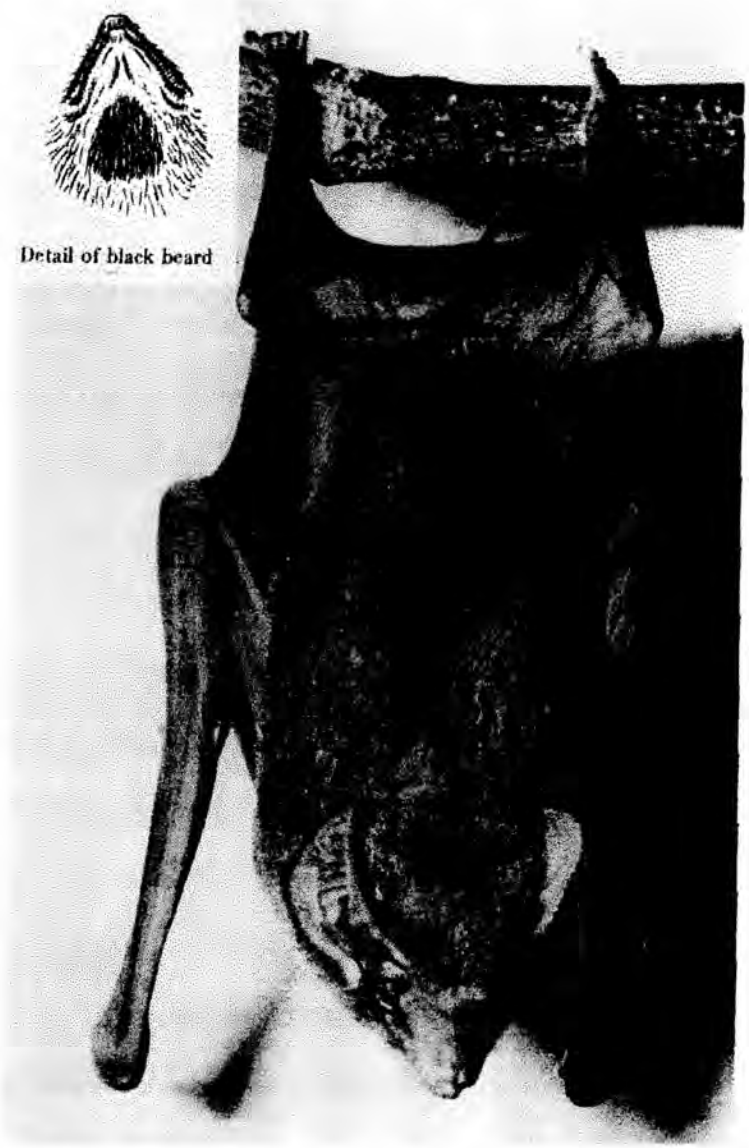
สำหรับการศึกษาเพื่อจำแนกชนิดของค้างคาวในกรุงเทพมหานครนั้น McClure (1978) ได้สังเกตค้างคาวจากบ้านพักที่ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 15 และรายงานว่าค้างคาวดังกล่าวเป็นค้างคาวไร้ขน (Hairless Bats) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cheiromeles torquatus* และค้างคาวหน้ายักษ์ในสกุล *Hipposiderous* ซึ่งต่อมา Boonsong Lekagul (1982) ได้ให้ความเห็นว่าชนิดพันธุ์ของค้างคาวที่ McClure (1978) รายงานไว้นั้นน่าจะเป็นค้างคาวปีกถุงเคราดำ (Black-bearded tomb bat) และค้างคาวปีกถุงต่อมคาง (Long-winged tomb bat) ในสกุล *Taphozous* ทั้งนี้เพราะจากการเก็บตัวอย่างค้างคาวในบริเวณวัดโพธิ์และทุ่งนารอบ ๆ กรุงเทพมหานคร พบว่าเป็นค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*Taphozous melanopogon*) และ ค้างคาวปีกถุงต่อมคาง (*T. longimanus*) ทั้งสิ้น นอกจากนี้ในขณะที่มีการบูรณะปฏิสังขรณ์หลังคาของพระอารามต่าง ๆ ในวัดโพธิ์ และพระที่นั่งองค์ต่าง ๆ ในพระบรมมหาราชวังนั้น ทำให้ค้างคาวที่อาศัยอยู่ใต้หลังคาถูกรบกวนและ พากันอพยพมาอาศัยอยู่ใต้ชายคาของบริเวณอาคารศาลฎีกา ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างค้างคาวเหล่านั้นมาตรวจสอบพบว่าเป็นค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*T. melanopogon*) ทั้งสิ้น

ถึงแม้ว่าการศึกษาของ McClure (1978) จะไม่ได้ให้ความกระจ่างในเรื่องของชนิดพันธุ์ของค้างคาวในกรุงเทพมหานครมากนัก แต่การศึกษาของ McClure (1978) ก็ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์หลายประการในเรื่องของความเป็นอยู่ของค้างคาวที่พบในกรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่าค้างคาวจะบินออกไปหากินจากในเมืองไปสู่พื้นที่หากิน (feeding ground) หลังพระอาทิตย์ตกดินก่อนที่ท้องฟ้าจะมืด ดังนั้นในวันที่ท้องฟ้ามีเมฆครึ้มค้างคาวจะออกจากรังเร็วกว่าปกติเล็กน้อย ยกเว้นหากมีฝนตกจำนวนค้างคาวที่บินออกไปหากินจะมีจำนวนน้อยกว่าปกติ นั่นคือในแต่ละวันนั้นค้างคาวไม่ได้ออกไปหากินทุกตัว ซึ่งในฤดูผสมพันธุ์จะพบว่าค้างคาวที่เกาะอยู่โดยส่วนใหญ่จะเป็นพวกตัวอ่อนที่ยังไม่สามารถบินได้ ทั้งนี้สำหรับจำนวนค้างคาวที่ออกหากินในรอบหนึ่งปีนั้นพบว่าจำนวนค้างคาวที่บินออกหากินจะมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน

เนื่องจากค้างคาวที่ Boonsong Lekagul (1982) เก็บตัวอย่างมาจากอาคารศาลฎีกานั้นเป็นค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*T. melanopogon*) ดังนั้นค้างคาวที่อาศัยอยู่ในหมู่พระวิมานจึงน่าจะเป็นค้างคาวชนิดดังกล่าว ซึ่งรายละเอียดและลักษณะของค้างคาวปีกถุงเคราดำเป็นดังนี้คือ

ค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*Taphozous melanopogon*) เป็นค้างคาวที่มีถิ่นแพร่กระจายอยู่ในแถบคาบสมุทรอินเดีย พม่า ยูนนาน ลาว ไทย แหลมมลายู สุมาตรา และบอร์เนียว โดยมัก

พบค้างคาวชนิดนี้อาศัยอยู่ในถ้ำ และรอยแยกขนาดใหญ่ตามหน้าผาในป่าหรือเนินเขาที่อยู่ใกล้น้ำ ทั้งนี้มักพบค้างคาวปีกถุงใหญ่ (*T. theobaldi*) อยู่ร่วมด้วย ซึ่งขนาดของค้างคาวปีกถุงเคราดำนั้น พบว่ามีความยาวของหัวและลำตัวรวมกันยาว 70 - 80 มิลลิเมตร หางยาว 20 - 24 มิลลิเมตร และมีขนสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแดงทั้งนี้ค้างคาวที่มีอายุน้อยจะมีสีเข้มกว่าค้างคาวที่มีอายุมาก ซึ่งลักษณะของค้างคาวปีกถุงเคราดำนี้ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2-6

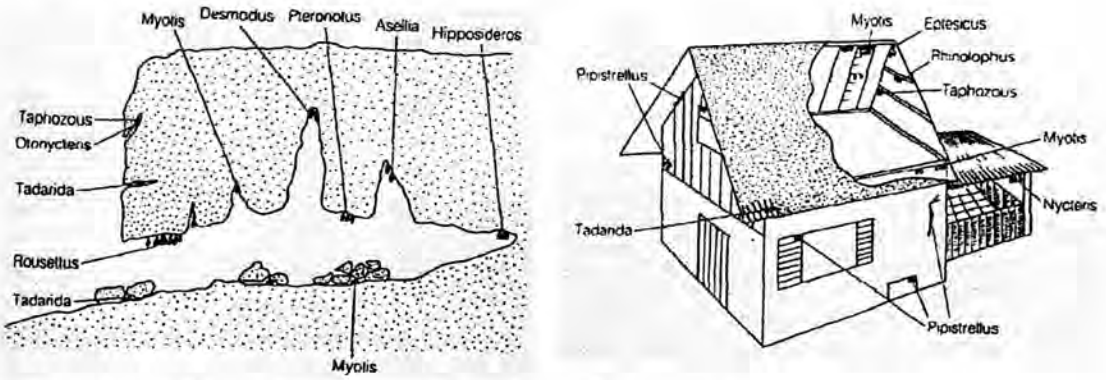


รูปที่ 2-6 ลักษณะของค้างคาวปีกถุงเคราดำ (*Taphozous melanopogon*) และลักษณะเคราบริเวณใต้คาง
ที่มา : Boonsong Lekagul และ McNeely (1988)

นอกจากนี้ค้างคาวตัวผู้จะมีเคราสีดำซึ่งในเรื่องของเครานี้ Boonsong Lekagul และ McNeely (1988) สันนิษฐานว่าคงจะมีเกิดขึ้นเฉพาะในบางฤดูกาลเท่านั้น ทั้งนี้จากการเก็บ

ตัวอย่างของ Shamel (อ้างถึงใน Boonsong Lekagul และ McNeely, 1988) พบว่าค้างคาวตัวผู้ 14 ตัวจาก 25 ตัวมีเคราสีดำ ในขณะที่ Dobson (อ้างถึงใน Boonsong Lekagul และ McNeely, 1988) พบว่าค้างคาวตัวผู้เพียง 2 ตัวจากตัวอย่างค้างคาว 100 ตัว เท่านั้นที่มีเคราสีดำ ส่วนลักษณะสำคัญอื่น ๆ นั้น พบว่าค้างคาวปีกถุงเคราดำไม่มีถุงใต้คอ (throat sacs) เหมือนอย่างค้างคาวปีกถุงต่อมคาง แต่มีรูเล็ก ๆ ที่เปิดสู่คอแทน นอกจากนี้ค้างคาวปีกถุงเคราดำจะมีหางค่อนข้างหนาและมีลักษณะป่องเล็กน้อยในตอนปลาย โดยหางจะลอยอยู่อย่างอิสระเหนือพังผืดระหว่างหาง

สำหรับพื้นที่หากินนั้นพบว่าค้างคาวชนิดนี้จะมีอาณาเขตในการดำรงชีวิต (territory) อยู่ในเขตหนึ่งเท่านั้น โดยในตอนกลางวันค้างคาวจะเกาะอยู่กับที่ซึ่ง Brosset (อ้างถึงใน Boonsong Lekagul และ McNeely, 1988) เชื่อว่าลำดับในการเกาะของค้างคาวสามารถบ่งบอกถึงลำดับทางสังคมได้ อีกทั้งตำแหน่งในการเกาะอาจสามารถบ่งบอกถึงสกุล (Genus) ของค้างคาวได้ ดังปรากฏในรูปที่ 2-7 และเมื่อถึงเวลาเย็นค้างคาวจะบินออกไปหากินเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 3 ถึง 12 ตัว ซึ่งอาหารของค้างคาวชนิดนี้ก็คือแมลงนั่นเอง ส่วนฤดูผสมพันธุ์ของค้างคาวชนิดนี้จะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยค้างคาวตัวผู้จะมีผลึกใสที่สร้างจากต่อมใต้คางติดอยู่บริเวณใต้คาง ทั้งนี้ลูกค้างคาวจะถือกำเนิดออกมาในช่วงเดือนเมษายน และพฤษภาคม ซึ่งในระยะแรกลูกค้างคาวจะเกาะอยู่กับแม่จนอายุได้ 2 เดือนจึงแยกออกไปหากินเอง (Boonsong Lekagul และ McNeely, 1988)



รูปที่ 2-7 ตำแหน่งที่ค้างคาวในสกุลต่าง ๆ มักเลือกที่จะเกาะในเวลากลางวัน

ที่มา : Kulzer และ Schmidt (1990)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าค้างคาวจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่โบราณสถานมากเพียงไรก็ตาม ค้างคาวเองก็ยังมีประโยชน์อยู่บ้าง ทั้งในเรื่องของการกำจัดแมลง และมูลของค้างคาวที่สามารถใช้ทำปุ๋ยได้เป็นอย่างดี ดังนั้นค้างคาวทุกชนิดจึงได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นสัตว์ป่า

คุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 โดยเนื้อหาในพระราชบัญญัติดังกล่าวได้ห้ามมิให้มีการล่า ขาย หรือกินเนื้อค้างคาว (มาร์ค โรบินสัน และสาระ บำรุงศรี, 2537)

ดังนั้นในการจัดการกับปัญหาในเรื่องของค้างคาวจึงต้องระวังมิให้ขัดกับพระราชบัญญัติดังกล่าวด้วย ซึ่งในการศึกษานี้จะได้เก็บตัวอย่างค้างคาวเพื่อนำมาจำแนกชนิด และศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนในรอบปีเพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการกับปัญหาดังกล่าวต่อไป.