

บทที่ ๒

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



ความหมายของสิ่งแวดล้อม

นักวิทยาศาสตร์ใต้นิยามสิ่งแวดล้อมไว้ต่าง ๆ กัน เช่น สิ่งแวดล้อม หมายถึงปัจจัยภายนอกที่เป็นส่วนรวมทั้งมหัพภาคที่มีอิทธิพลต่อประชากรหนึ่ง หรือ สิ่งแวดล้อมนั้นรวมถึงทุก ๆ สิ่งที่สามารถมีอิทธิพลต่อโอกาสที่สิ่งมีชีวิตตัวใดตัวหนึ่งจะมีชีวิตรอดอยู่และเจริญพันธุ์ได้ หรือสิ่งแวดล้อม หมายถึงทุก ๆ สิ่งในเอกภพซึ่งมีผลกระทบต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิต^๑

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม (Environment) กับนิเวศวิทยา (Ecology)

คำว่า Ecology (นิเวศวิทยา) มีรากศัพท์มาจากคำว่า OIKOS ในภาษากรีกซึ่งแปลว่า "บ้าน " หรือ " ที่อยู่อาศัย " คำว่า Ecology แปลตามรากศัพท์แล้วได้แก่วิชาที่ช่วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตหรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากนิเวศวิทยาเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตทั้งที่อยู่บนบก ในทะเลและในน้ำจืดและเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของวิชาแขนงนี้ คำว่านิเวศวิทยา ในความหมายที่กว้างที่สุดน่าจะได้แก่การศึกษาถึงโครงสร้าง และการทำงานของธรรมชาติ ทั้งนี้ย่อมถือว่ามนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติด้วย ความรู้

^๑ ๑ ทวีศักดิ์ ปิยะภาณุจน์, " สภาวะแวดล้อม ", วิทยาศาสตร์ ปีที่ ๒๔ ฉบับที่ ๑๐ (ตุลาคม ๒๕๑๙), หน้า ๒๕ - ๓๗.

ทางนิเวศวิทยา ได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและในระยะยาวแล้ว คำนิยามที่เหมาะสมที่สุดควรจะเป็นคำที่สั้นที่สุดและธรรมดาที่สุด อาทิเช่น " ชีววิทยาอันเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม " เป็นต้น^๒

มนุษย์สนใจในนิเวศวิทยามาตั้งแต่สมัยศึกษารบรพ มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์มีชีวิตอยู่รอดได้ก็จากการใช้ความรู้ในเรื่องสิ่งแวดล้อมในการแสวงหาอาหาร เช่น การล่าสัตว์ การหาพืชผลที่กินได้ (โดยไม่เป็นพิษ) การหาที่อยู่อาศัยตลอดจนการป้องกันและการบรรเทาภัยจากธรรมชาติ การอยู่รอดของบรรพบุรุษของมนุษย์ย่อมแสดงว่ามนุษย์เหล่านั้นอย่างน้อยที่สุดต้องศึกษาหาประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของตนเอง และถ่ายทอดความรู้สืบต่อกันมาด้วย^๓

ขอบเขตและแขนงย่อยของวิชานิเวศวิทยา

เราสามารถแบ่งวิชานิเวศวิทยาออกเป็นแขนงใหญ่ ๆ ได้ ๒ แขนงด้วยกัน คือ Autecology ว่าด้วยการศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ เน้นถึงการปรับตัวของสิ่งที่มีชีวิตให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม^๔

^๒ สุรชัย นิมิจิรวรรณ, " มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ", ปกิตถะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มีนาคม - เมษายน ๒๕๑๖), หน้า ๑๗.

^๓ Thomas R. Detwyler, " Ecology " Man's Impact on Environment, (New York : McGraw - Hill co., 1971), p. 23

^๔ Marshall I. Goldman, Ecology and Economics Controlling Pollution in the 70's, (New Jersey : Prentice - Hall, Inc. 1972) pp. 14 - 16.

Synecology ว่าด้วยการศึกษาการอยู่ร่วมกันของสิ่งที่มีชีวิตหลายชนิด ทั้งพืชและสัตว์ในรูปของชุมชน (Community) รวมทั้งอิทธิพลของสิ่งไม่มีชีวิตของสิ่งแวดล้อมด้วย

วิชาในเวศน์วิทยากับวิชาแขนงอื่น ๆ

เราไม่สามารถกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตโดยไม่กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมของมันอันใด เรา ก็ไม่สามารถแยกนิเวศน์วิทยาออกจากวิชาแขนงอื่น ๆ ฉะนั้น นักนิเวศน์วิทยาจำเป็นต้องอาศัยความรู้จากวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ดุคินิยมวิทยา ชรณีวิทยา ภูมิศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ โดยเฉพาะในระยะหลังนี้ ข้อมูลทางสถิติมีความสำคัญมาก ต่อการศึกษการเพิ่มของประชากร การอพยพ วิธีการคุมตัวอย่าง เป็นสิ่งสำคัญมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด

มนุษย์นิเวศน์วิทยา (Human Ecology)

มนุษย์นิเวศน์วิทยาจำเป็นต้องมีกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อน นอกเหนือไปจากนิเวศน์วิทยาทั่ว ๆ ไปมาก ทั้งนี้เพราะมนุษย์มีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย และยืดหยุ่นกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ นอกจากนั้นมนุษย์ยังมีความสามารถในการควบคุมสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัวและมีความสามารถในการสร้างวัฒนธรรมได้ดีกว่าด้วย เราแบ่งวัฒนธรรม (Culture) ของมนุษย์ออกได้เป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนที่เรียกว่า "folk culture" ซึ่งมักจะอยู่คงที่หรือเปลี่ยนแปลงไปก็ในอัตราที่ช้ามาก กับ "วัฒนธรรมทางเทคโนโลยี" (Technological culture) ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วมาก ทศนคติ และขนบธรรมเนียมประเพณีของมนุษย์มักจะไล่ความเจริญทางเทคโนโลยีไม่ทัน ทำให้เกิดช่วงห่าง (lag) ขึ้น และถ้าหากมนุษย์ไม่รีบทำช่วงห่างนี้ให้แคบลงจะก่อวิถีชีวิตที่ตามแล้ว จะเกิดความไม่สมดุลและความชุกชุมขึ้นในระบบสังคมของมนุษย์ในยุคที่

มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางเทคโนโลยี

เราอาจจะตั้งคำถามว่า การสร้างวัฒนธรรมของมนุษย์โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมีส่วนทำให้มนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เลวโทรมลงเพียงใด จากการศึกษาถึงอิทธิพลของมนุษย์ในยุคดึกดำบรรพ์ เมื่อครั้งยังชีพด้วยการล่าสัตว์และเก็บพืชกินเป็นอาหาร เห็นได้ชัดว่าการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญ ๆ ทางนิเวศวิทยา ซึ่งล้วนแต่เป็นผลร้ายต่อมนุษย์ทั้งสิ้น ทั้งนี้ เพราะนับตั้งแต่มนุษย์รู้จักใช้ไฟและรู้จักทำการเกษตรมนุษย์ก็ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ขึ้น ในยุคก่อนการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมมากมาย

จากนิยามดังกล่าวนี้จะเป็นได้ว่า ในวิชานิเวศวิทยาให้ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมไว้อย่างมากทีเดียว ดังนั้นเมื่อศึกษาวิชานิเวศวิทยาจึงต้องพิจารณาถึงผลของสิ่งแวดล้อมที่กระทำต่อสิ่งที่มีชีวิตควบคู่ไปด้วยเสมอตลอดไป

สิ่งแวดล้อมในวิชานิเวศวิทยานั้น หมายถึงสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของสิ่งที่มีชีวิตที่ต้องการศึกษา สิ่งแวดล้อมอาจแบ่งออกได้เป็น ๒ พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่มีชีวิตกับพวกที่ไม่มีชีวิต

ถ้าจะมองย้อนกลับไปถึงทัศนะของนักวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมนั้น ที่กล่าวว่า สิ่งแวดล้อม หมายถึงทุก ๆ สิ่งในเอกภพซึ่งมีผลกระทบต่อความต้องการของชีวิต กุจะให้ความหมายไวกว้าง ทัศนะเช่นนี้ได้มีมานานแล้ว ทั้งนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า สิ่งแวดล้อมภายนอกโลกมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในโลกอยู่เป็นอันมาก ดังเช่น

001376

^a สุรชัย นิมจิรวังน, เรื่องเดียวกัน หน้า ๕๕.

^b Philip Mabile and John Deedy, The Complete Ecology Fact Book, (New York : Doubleday & Co, Inc. 1972), pp. 67 - 70.

รังสีคอสมิกจากดวงอาทิตย์ และอิทธิพลของดวงจันทร์ ที่มีต่อการสืบพันธุ์ และพฤติกรรม
บางอย่างของสัตว์ เป็นต้น

เป้าหมายของสิ่งแวดล้อม (Environmental Goal)

เพื่อปรับปรุงความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยา รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่าง
มนุษย์กับธรรมชาติและมนุษย์ต่อมนุษย์ด้วยกันเอง^{๓)}

เป้าหมายของการศึกษาสิ่งแวดล้อม (Environmental Education Goal)

เพื่อพัฒนาประชากรของโลกให้ตื่นตัวในการรับรู้ ความเกี่ยวข้องของควยและ
ปัญหาที่จะเกี่ยวโยงมาถึง ภัยการให้มีความรู้ ทักษะ ทศนคติ และแรงกระตุ้น ที่จะ
ปฏิบัติเองหรือให้ความร่วมมือในการปฏิบัติเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาค่าจะพียงมีเกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษาสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้บุคคลและสังคมได้

๑. รับรู้ (Awareness) ในสภาพของสิ่งแวดล้อมและปัญหา
๒. มีความรู้ (Knowledge) / และความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับ สิ่ง
แวดล้อมทั้งหมด ความเกี่ยวพัน ความรับผิดชอบและบทบาทของมนุษย์ที่จะปฏิบัติต่อสิ่ง
แวดล้อม

^{๓)} Wallaceana " Environmental Education " An ecology
newsletter for South East Asia. April 1976.

๓. มีทัศนคติ (Attitude) ค่านิยม ความสำนึกในความเกี่ยวข้อง
การร่วมมือป้องกัน และปรับปรุงสภาวะแวดล้อม

๔. มีทักษะ (Skill) ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

๕. มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation Ability)
โดยประเมินค่าการศึกษาสิ่งแวดล้อมไปในสถานที่ที่มีผลทางค่านิเวศน์วิทยา เศรษฐกิจ
และการเมือง สังคม สุขภาพและในแง่อื่น ๆ

๖. มีความร่วมมือ (Participation) พัฒนาความรู้สึกในความ
รับผิดชอบของความเร่งด่วนในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

สำหรับสิ่งแวดล้อมที่สับสน จนมีผลเสียและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อาจ
เรียกว่า สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ หรือสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมนั้น
หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต คำที่มักจะกล่าวแทน
คำว่าสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ใ้แก่คำว่า " พอลลูชัน " (Pollution) ดร.สุรพล
สุการา^๕ ใ้คินยามคำว่า พอลลูชัน ไว้ว่า " พอลลูชัน เป็นคำที่มีความหมายกว้าง
ขวางมาก ที่ขึ้นอยู่กับผู้กล่าวถึงคำว่า กำลังหมายความถึงด้านใดบ้าง เพราะ
ไม่เพียงแต่ในแง่ของสภาวะแวดล้อมที่มนุษย์คน ๆ อยู่นั้น ยังอาจกินความกว้าง
ขวางไปถึงแง่สภาพทางสังคมหรือสภาวะทางจิตใจด้วย ความจริงคำว่า " พอลลูชัน "
ควรใ้มีความหมายกว้าง ๆ ไว้ว่า " เป็นผลการกระทำใด ๆ ของมนุษย์ซึ่งก่อให้เกิด

^๕ Emit T. Chanlet, Environmental Protection, (New York, McGraw - Hill Book Co., 1973), p. 2 - 3

^๕ สุรพล สุการา, " สภาวะแวดล้อม " เอกสารการสัมมนาการสอน
วิทยาศาสตร์ กรมการฝึกหัดครู, กุมภาพันธ์ ๒๕๑๗.



การเปลี่ยนแปลงขึ้นในธรรมชาติ เช่น การเพิ่มสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นในธรรมชาติ หรือทำให้สภาวะปกติของธรรมชาติ ณ ที่แห่งหนึ่งนั้นเปลี่ยนแปลงไป

ดร. ศลักษณ์ ทรรพนันท์^{๑๐} ได้ให้นิยามคำว่า " พอลลูชัน " ไว้ว่า " เป็นผลการกระทำใด ๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่คุณสมบัติที่มีอยู่เองตามธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ เช่นถ้ามีสิ่งแปลกปลอมเจือปนลงไปในน้ำ นอกเหนือไปจากองค์ประกอบปกติของน้ำ ก็เรียกว่าเกิดน้ำเป็นพิษ (Water Pollution) ส่วนอากาศเป็นพิษ (Air Pollution) ก็เกิดขึ้นในทำนองเดียวกัน

สาเหตุที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ ๔ ได้กล่าวถึงสาเหตุที่สำคัญในการทำลายสิ่งแวดล้อมไว้ ๓ ประการด้วยกันคือ^{๑๑}

๑. การเพิ่มจำนวนของประชากร ทำให้เพิ่มความต้องการในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐาน เช่น พื้นที่ทำมาหากินทางเกษตร น้ำ

^{๑๐} ศลักษณ์ ทรรพนันท์, " พอลลูชันจากกัมมันตภาพรังสี " ปกิตะวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีนาคม - เมษายน ๒๕๑๖.

^{๑๑} กฤษ สบศิริ, " ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ " เอกสารการสัมมนาวิชาการ เรื่อง การพัฒนานโยบายการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อม ๔ - ๖ (ตุลาคม ๒๕๑๕).

อากาศ แรชาตุและแหล่งพลังงานต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เพื่อสนองความต้องการ แต่ปัจจุบันนี้ยังขาดการวางแผนและการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่คำนึงถึงความต้องการในอนาคต จนทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพสิ่งแวดล้อมขึ้นโดยทั่วไป และจะเป็นผลเสียหายอย่างร้ายแรงในอนาคต หากยังมีการทำลายหรือใช้ทรัพยากรอย่างไม่ระมัดระวัง

๒. การรวมตัวของประชากรหรือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ การขยายตัวอย่างรวดเร็วของเมือง การขาดการวางแผนและผังเมืองที่ดีทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความเสื่อมโทรมทั้งทางด้านกายภาพ สังคม และคุณภาพของชีวิตคน

๓. การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิตในทางด้านการเกษตร และอุตสาหกรรม เช่น การใช้ปุ๋ย หรือยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพดิน ปัญหาดินเป็นพิษ ซึ่งอาจจะแพร่กระจายลงสู่แม่น้ำลำธารจนเป็นเหตุให้น้ำเสีย การใช้พลังงานก็อาจเป็นเหตุให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมหลายประการ

คงจะเห็นได้ว่าปัญหาของสิ่งแวดล้อมนั้นเกิดขึ้นจากคน หรือการกระทำของคนทั้งสิ้น ดังนั้นในการวางแผนแก้ไขปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมจึงต้องคำนึงถึงสาเหตุสำคัญ ดังกล่าวแล้วควย จากการประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมพอจะสรุปปัญหาสำคัญได้ ๒ ปัญหาคือ ปัญหาแรกความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและการบริหารทรัพยากรธรรมชาติ เช่น เนื้อที่ป่าของประเทศไทยลดลง ที่ดินเพื่อการเกษตรเสื่อมโทรม ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรแร่ธาตุทั้งปริมาณและคุณภาพ ฯลฯ อีกปัญหาหนึ่งได้แก่ ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ อันเนื่องมาจากการรวมตัวของอุตสาหกรรมในเมืองใหญ่ เช่น การเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำบนผิวดิน และทะเล ปัญหาอากาศเสียจากก๊าซพิษ ปัญหาจากเสียงและความสั่นสะเทือน ปัญหาขยะมูลฝอย ฯลฯ

ปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นปัญหาที่สำคัญมาก เพราะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความเป็นอยู่ของมนุษย์^{๑๒} และที่สำคัญที่สุดก็คือ การรู้จักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ในอดีตเราใช้ทรัพยากรกันอย่างขาดความระมัดระวัง โดยไม่คำนึงถึงความสมดุลย์ของธรรมชาติ และจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่มีแผนนี้เอง ที่ทำให้เกิดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อธรรมชาติ เกิดภัยธรรมชาติ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินตลอดจนชีวิตมนุษย์และสัตว์ กวายนวตภัย อุทกภัย ตลอดจนความแห้งแล้งในที่ต่าง ๆ อันเป็นผลจากการใช้หรือการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของมนุษย์โดยปราศจากความรอบคอบ นอกจากนี้การพัฒนาเมืองและพัฒนาอุตสาหกรรมที่ขาดหลักวิชาการ ทำให้เราได้รับความเดือดร้อนจากสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย อากาศเป็นพิษ เสียงและความสั่นสะเทือนที่รบกวนประสาทมนุษย์ เป็นอย่างมาก

น้ำเสีย (Water Pollution)

เมื่อกล่าวถึงน้ำเสียโดยทั่วไปมักจะนึกถึงน้ำที่บสีดำ มีกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจ แต่ในบางกรณีแหล่งน้ำบางแห่งอาจไม่มีสีดำ หรือกลิ่นคั่งกล่าวแล้ว แต่มีสารที่เป็นพิษ หรือเชื้อโรคปนอยู่ หรือมีคุณภาพผิดไปจากสภาวะธรรมชาติ เนื่องจากการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งของมนุษย์ ทำให้เป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิต ก็ถือว่าน้ำนั้นเสีย เช่น เคียวกันควายเหตุนั้นเอง เพื่อพูดถึงน้ำเสียก็จำเป็นจะต้องทราบว่าน้ำนั้นจะมีไว้เพื่อวัตถุประสงค์

^{๑๒} Richard H. Wagner, Environmental and Man (New York : W.W. Norton & Co., Inc. 1971), p. 20 - 27.

โต เพราะการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างกัน อาจต้องการความสะอาดต่างกันได้^{๑๓}

เสริมพล รัตสุข^{๑๔} ได้ให้ความหมายของน้ำเสียไว้ว่า คือ " น้ำที่มีคุณลักษณะ เปลี่ยนไปจากเดิมตามธรรมชาติ จนกระทั่งขัดต่อการใช้ประโยชน์ของน้ำ "

สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสีย

๑. สิ่งสกปรกที่เป็นกลาง คือไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี และตัวเองไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่อาจจะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสภาวะผิดปกติไปได้ เช่นน้ำที่ขุ่นเพราะมีดินทราย ถูกชะล้างลงมา

๒. สิ่งสกปรกที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาหลังจากใช้ในกิจกรรมบางประเภท อาจมีลักษณะเป็นกรด เป็นด่าง หรือมีสิ่งที่เป็นพิษต่อสิ่งที่มีชีวิต เจือปนอยู่ด้วย เช่น มีสารประกอบของสารหนู โลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ยาปราบศัตรูพืช ฯลฯ น้ำเสีย ประเภทนี้เป็นภัยต่อสิ่งมีชีวิตทั้งโดยทางตรง และทางอ้อม

๓. เชื้อโรคต่าง ๆ จุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ อาจมีโอกาสปะปนมากับน้ำ ทำให้มีการติดต่อถึงกัน และอาจลุกลามไปถึงขั้นโรคระบาดได้

ศูนย์วิจัยทรัพยากร

^{๑๓} สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี " สภาวะแวดล้อม และการอนุรักษ์ธรรมชาติ " แบบเรียนวิชาชีววิทยา ๒๕๑๖, หน้า ๒๕/๔.

^{๑๔} เสริมพล รัตสุข, " การศึกษาน้ำเสียในแม่น้ำตอนล่าง " ปกัณกะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มีค. - เมย. ๒๕๑๖).

๔. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมีของน้ำ น้ำที่ถูกนำไปใช้ในกิจกรรมบางประเภท จะทำให้น้ำนั้นมีสภาวะเปลี่ยนแปลงไป เช่นอุณหภูมิสูงขึ้น หรือต่ำลง หรือเปลี่ยนสภาวะเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น

๕. สิ่งสกปรกที่สามารถถูกย่อยสลายได้ อินทรีย์สารต่าง ๆ ที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ เช่น จากพืช สัตว์ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอินทรีย์สาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ปนอยู่มาก เช่น โรงงานปลาป่น โรงไม้แปง เป็นต้น การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จะทำให้ได้ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบในเครท ซึ่งพืชน้ำนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ถ้าปริมาณของอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อยในน้ำมีจำนวนน้อย ธรรมชาติก็จะทำความสะอาดตัวเองได้ทันที โดยขบวนการออกซิเคชัน และน้ำนั้นจะกลับคืนเข้าสู่สภาพเดิมไม่เน่า ถ้ามีอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อยในน้ำมากขึ้น ก็ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ในการย่อยสลายอินทรีย์สารเหล่านั้น ทำให้ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดน้อยลง ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็เป็นสิ่งหนึ่งที่แสดงว่าน้ำนั้นอยู่ในสภาพเช่นไร^{๑๕}

ตามปกติน้ำในธรรมชาติจะมีออกซิเจนละลายอยู่ด้วยเสมอ^{๑๖} ภายใต้ความดันปกติ ณ อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส จะมีออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ ๘ มิลลิกรัม ต่อลิตร หรือ ๘ ส่วนในล้านส่วน ถ้ามีอินทรีย์สารอยู่ในน้ำมาก ๆ เข้า ปริมาณออกซิเจน

^{๑๕} Maurice A. Strobbe " Water Pollution " Understanding Environmental Pollution (Saint Louis The C.V. Mosby Co., 1971), pp. 48 - 51

^{๑๖} Ralph Mitchell, " Microbial Changes Induced by Inorganic Pollutants " Water Pollution Microbiology (New York : a Division of John Wiley & Sons, Inc.), pp. 11 - 43.

ในน้ำจะลดลง ดังนั้นจุลินทรีย์พวกที่ใช้ออกซิเจนที่มาย่อยสลายก็จะมีจำนวนลดลง การย่อยสลายก็จะถูกกระทำโดยแบคทีเรียอีกจำพวกหนึ่ง ที่ไม่ใช้ออกซิเจนในรูปก๊าซอิสระ จะทำให้ผลที่ได้เกิดกาซต่าง ๆ ซึ่งมีกลิ่นไม่ดี เช่น มีเทน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือ แอมโมเนีย เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้เองที่ทำให้แหล่งน้ำมีกลิ่นเหม็น และสีของน้ำก็ผิดไป ที่เรียกว่า " น้ำเน่า "

เนื่องจากน้ำมีความสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์หรือชุมชน เมือง และแหล่งอุตสาหกรรม จึงต้องตั้งอยู่ริมแม่น้ำ โดยเฉพาะช่วงกลางของแม่น้ำที่ใกล้กับทะเล จะเห็นได้ว่านครใหญ่ ๆ ของประเทศ มักจะตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำตอนกลาง อาทิเช่น นครลอนดอน ซึ่งอยู่ริมแม่น้ำเทมส์ตอนกลาง และนครหลวงกรุงเพทมหานครและธนบุรี ซึ่งอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง ดังนั้นแม่น้ำในบริเวณแม่น้ำตอนกลางจึงมักเน่าเสียก่อนน้ำในบริเวณอื่น

จากคนกำเนิดของแม่น้ำลงมาถึงปากแม่น้ำที่ติดต่อกับทะเล แม่น้ำทั้งสายจะแบ่งออกได้เป็นสองตอนคือ " แม่น้ำตอนบน " ซึ่งน้ำจะไหลลงเพียงทิศทางเดียว และ " แม่น้ำตอนกลาง " ซึ่งน้ำจะไหลทั้งขึ้นและลงตามอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเล แม่น้ำตอนกลางอาจแบ่งออกได้เป็น ๒ ช่วงคือ Tidal River และ Estuary ส่วนที่เป็น Tidal River น้ำเค็มหนุนขึ้นไปไม่ถึง ดังนั้นน้ำในบริเวณนี้จึงเป็นน้ำจืด ส่วนที่เป็น Estuary นั้น น้ำจะมีความเค็ม เนื่องจากมีน้ำเค็มหนุนขึ้นมา และจะเริ่มจากปากแม่น้ำจนถึงบริเวณที่ความเค็ม (Salinity) เป็น ๑ % ของความเค็มที่ปากแม่น้ำ

^{๑๗} Pescod, M.B. and Tiwa Limsiwawongs, Chao Praya River Pollution and Photosynthetic Oxygenation, Bangkok, ASRCT, 1067.

น้ำเสียในแม่น้ำตอนล่าง

น้ำโสโครกจากอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยมากจะมีสารอินทรีย์ซึ่งแบคทีเรียย่อยสลายได้ละลายปนอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อน้ำโสโครกถูกระบายลงสู่ลำน้ำผืนทรายอันหนึ่งที่ติดตามบาก็คือการลดลงของ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตสัตว์น้ำ และป้องกันไม่ให้หน้าเน่าเหม็น สำหรับในลำน้ำที่ไหลลงแค่เพียงทิศทางเดียว การลดของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะ เกิดขึ้นแค่ในบริเวณใต้อุจที่ระบายน้ำโสโครกลงไปเท่านั้น ส่วนในแม่น้ำตอนล่างนั้น การลดลงของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำนั้นจะ เกิดขึ้นในบริเวณเหนืออุจที่ระบายน้ำโสโครกด้วย^{๑๔}

ขบวนการใช้ออกซิเจน^{๑๕} (deoxygenation process) สารอินทรีย์ที่เจือปนอยู่ในน้ำโสโครกนั้นมีทั้งที่อยู่ในรูปของแข็งและสารละลาย ภายใต้สภาวะอันเหมาะสม สารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งจะตกตะกอนกลายเป็นโคลนคกทับถมอยู่บนแม่น้ำ ส่วนสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของสารละลาย ก็จะถูกแบคทีเรียชนิดต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ใช้อันเป็นอาหารโดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อให้เกิดพลังงานซึ่งจำเป็นในการเจริญเติบโต ทั้งนี้ในทางวิศวกรรมสุขาภิบาล ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำหรือน้ำโสโครก จึงวัดรวมกันในรูปของปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียจะต้องใช้ ปริมาณออกซิเจนนี้เรียกว่า biological oxygen demand หรือเรียกกันทั่วไปว่า บีโอดี (BOD) อัตราการใช้สารอินทรีย์หรือการลดลงของ BOD โดยแบคทีเรียจะเป็น

^{๑๔} เสริมพล รัตสุข, เรื่องเสริม, หน้า ๔๔.

^{๑๕} เรื่องเดียวกัน, หน้า ๔๔.

$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L$$

ในเมื่อ L = BOD ที่เวลา t

และ k_1 = สัมประสิทธิ์การใช้ออกซิเจน
(deoxygenation coefficient)

สำหรับโคลนผสมกันแน่นำ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ จะซึมเข้าไปได้ก็แต่ในชั้นผิวหน้า
ดังนั้น ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในชั้นนี้จึง เป็นแบบใช้ออกซิเจน (aerobic action)
ส่วนในชั้นลึกลงไป ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำซึมลงไปไม่ถึง แบบที่เรียจะทำลายอินทรีย์
สารโดยปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic action) สารประกอบที่เกิด
ขึ้นในปฏิกิริยาแบบนี้ เช่น CH_4 , NH_3 และ H_2S ก็จะมีออกสู่พื้นน้ำ และถูกทำลาย
โดยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจนต่อไป

ขบวนการเติมออกซิเจน^{๒๐} (reoxygention process) ออกซิเจน
สามารถละลายอยู่ในน้ำได้ไม่มากนัก ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ
อาจคำนวณได้จากสูตร

$$C_s = \frac{47.6 - 2.6 X S}{101.3 + T}$$

ในเมื่อ C_s = ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ, มก./ล.

S = ความเค็มของน้ำ, ก/ล

และ T = อุณหภูมิของน้ำ, องศาเซลเซียส

ในบางกรณี ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอาจมีได้เกินกว่าค่าความเข้มข้นอิ่มตัว
แต่จะไม่อยู่ในสมดุลย์ ออกซิเจนจะมีความโน้มเอียงที่จะหนีออกจากน้ำสู่อากาศอยู่เสมอ

^{๒๐} เรื่องเดียวกัน หน้า ๘๕.

สำหรับลำน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ ๓๐ องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีค่าความเข้มข้นอิ่มตัวของ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำประมาณ ๗.๕ มก/ล. เมื่อสารละลายออกซิเจนถูกแบคทีเรียใช้ไปจนมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นอิ่มตัว จะทำให้เกิดความขาดแคลนออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (dissolved oxygen deficit) ซึ่งจะเป็นแรงผลักดัน (driving force) ทำให้ ออกซิเจนในอากาศซึมลงไปในน้ำได้เองตามธรรมชาติ (atmospheric reaeration) อัตราการถ่ายเทออกซิเจนจะเป็น

$$\frac{de}{dt} = K_2 (C_s - C)$$

ในเมื่อ C = ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่เวลา t
และ K_2 = สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจน
(reaeration coefficient)

นอกเหนือจากออกซิเจนที่ได้จากอากาศแล้ว ในลำน้ำบางแห่งที่สภาวะแวดล้อมเหมาะสมพืชสีเขียวเซลล์เดียวในน้ำ (algae) อาจจะมีเจริญเติบโตได้และให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้มาก เนื่องจากออกซิเจนเป็นผลพลอยได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชพวกนี้

สำหรับในแม่น้ำเจ้าพระยานั้น ขบวนการใช้ออกซิเจนที่สำคัญที่สุดคือ การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการทำลายอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารละลาย และขบวนการเติมออกซิเจนที่สำคัญที่สุดคือ การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศสู่น้ำ

ขบวนการแพร่กระจายตามยาว^{๒๑} (Longitudinal dispersion process) เมื่อระบายน้ำโสโครกลงไปในแม่น้ำตอนล่าง น้ำโสโครกจะถูกผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำในแม่น้ำก่อนที่จะแพร่กระจายต่อไป หลังจากครบรอบน้ำขึ้นน้ำลงแล้วจะพบว่าน้ำโสโครก

นั้นสามารถแพร่กระจายไปได้ทั้งเหนือและใต้จุดที่ระบายน้ำไฮโดรคลอไรด์ BOD ของน้ำในแม่น้ำจะมีค่าสูงสุดตรงจุดระบายน้ำไฮโดรคลอไรด์ และจะค่อย ๆ ลดลงกับระยะทางจากจุดระบาย การแพร่กระจายตามความยาวของลำน้ำของ BOD หรือสารละลายใด ๆ ในน้ำ นอกจากการไหลไปตามกระแสแล้ว ยังเกิดขึ้นจากขบวนการแพร่กระจายตามยาวอันเป็นผลเนื่องมาจากการพุ่งกระจายแบบปั่นป่วน (turbulence diffusion) การไหลกลับไปกลับมาของน้ำ (tidal translation) การแปรผันของความเร็วในการไหลตามความกว้างของลำน้ำ และที่สำคัญที่สุด คือ การไหลเวียนใน estuary

อัตราการแพร่กระจายของ BOD หรือสารละลายใด ๆ ก็ตามจะเป็น

$$\frac{dL}{dt} = \frac{1}{A} \frac{d}{dx} \left(A \cdot E \frac{dL}{dx} \right)$$

ในเมื่อ A = พื้นที่ภาคตัดขวางของลำน้ำ

E = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายตามยาว
(longitudinal dispersion coefficient)

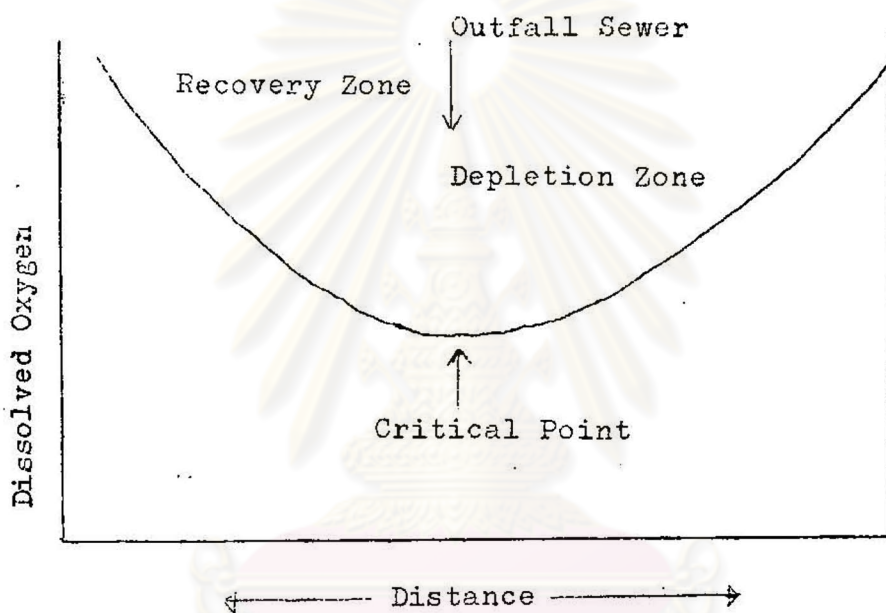
และ x = ระยะทาง

ในลำน้ำที่น้ำไหลทางทิศเดียว E จะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าของ E ในลำน้ำที่มีการไหลกลับไปกลับมา เช่นในแม่น้ำคอนลาง ส่วนที่เป็นย่านน้ำจืดของแม่น้ำคอนลาง (tidal river) จะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่า E ในส่วนที่เป็น estuary ทั้งนี้เนื่องจากในย่านน้ำจืดของแม่น้ำคอนลางไม่มีการไหลเวียนเหมือนใน estuary

สมดุลย์ของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ^{๒๒} (Dissolved oxygen balance) ขบวนการใช้และการเติมออกซิเจนจะดำเนินไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นถ้าอัตราการใช้ออกซิเจน

^{๒๒} เรื่องเดียวกัน, หน้า ๕๗.

สูงกว่าอัตราการเติมออกซิเจน ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดลง และจะกลับเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการเติมออกซิเจนสูงกว่าอัตราการใช้ออกซิเจน เนื่องจากออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเพิ่มขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ หลังจากระยะเวลาหนึ่งผ่านไป น้ำจึงมีความสามารถทำให้ตัวเองสะอาดขึ้นได้ตามธรรมชาติ (Self - Purification Capacity) หรือน้ำมีความสามารถในการดูดซับสิ่งโสโครก (Waste Assimilation Capacity).



รูปที่ ๑ Dissolved Oxygen Curve

เส้นโค้งแสดงการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำกับระยะทางในลำน้ำเรียกว่า dissolved oxygen sag curve ดังในรูป ๑ จุดที่สารละลายออกซิเจนมีค่าต่ำสุด เรียกว่า จุดวิกฤติ (critical point) บริเวณใต้ออกซิเจนที่ต่ำสุด เรียกว่าบริเวณฟื้นตัว (recovery zone) ซึ่งเป็นบริเวณที่ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเพิ่มขึ้น บริเวณเหนือจุดวิกฤติ เรียกว่าบริเวณลดต่ำ (depletion zone) เนื่องจากความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดลง



อากาศเป็นพิษ (Air Pollution)

อากาศเป็นสิ่งที่จับใจได้ เป็นสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา อากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งนี้เพราะอากาศที่หายใจนั้นมีก๊าซออกซิเจนอยู่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ มนุษย์เราถ้าขาดออกซิเจนแม้เพียงระยะเวลาอันสั้นเพียง ๓ นาที ก็ทำให้ตายได้^{๒๓}

ปัจจุบันในเมืองใหญ่ ๆ ทั้งเช่น กรุงเทพมหานคร อากาศมีสิ่งเจือปนที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์เพิ่มมากขึ้น สารที่เป็นอันตรายดังกล่าวนี้แทบทั้งหมดเกิดขึ้นมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มนุษย์กระทำขึ้น ทั้งเช่นการเผาขยะ การหุงต้มอาหาร ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม และจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ สิ้นสภาพภายใน เช่นรถยนต์ ซึ่งแล่นไปแล่นมาบนท้องถนน เป็นต้น

ส่วนประกอบของอากาศบริสุทธิ์

อากาศที่บริสุทธิ์นั้นประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ๗๘.๐๘ % ออกซิเจน ๒๐.๙๔% ก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน นีออน ฮีเลียม คริปทอน ซีนอน รวมทั้งสิ้น ๐.๙๓ % ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ๐.๐๓ % มีเทน ๐.๐๐๐๐๑ % ไฮโดรเจน ๐.๐๐๐๐๐๕ %

นอกจากนี้ ยังมีก๊าซอื่นที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซโอโซน ก๊าซดังกล่าวนี้มีปริมาณน้อยมาก อาจเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาของแสงแดด ฟ้าผ่า หรือโดยปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ

^{๒๓} ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์, "อากาศเป็นพิษในนครหลวง" (บรรยายในการฝึกอบรมลูกเสือชาวบ้าน รุ่นที่ ๑ ณ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในวันที่ ๒๗ พฤษภาคม ๒๕๑๔), เอกสารอัสสัมชัญ

ความหมายของคำว่า " อากาศเป็นพิษ "

อากาศเป็นพิษ หมายถึงการผสมของสิ่งที่เป็นพิษต่าง ๆ ในบรรยากาศ ได้แก่ฝุ่นละอองของบรรดาตุ่มต่าง ๆ เช่นแมงกานีส ตะกั่ว ปรอท สารหนู และพวกซิลิกอนไดออกไซด์ ควันที่เกิดจากออกไซด์ของสารต่าง ๆ เช่น กำมะถัน คาร์บอน ตะกั่ว สังกะสี สารประกอบของพวกฟลูออไรด์ และก๊าซที่เป็นพิษอื่น ๆ โดยเฉพาะพวกไฮโดรคาร์บอน^{๒๔}

อากาศเป็นพิษ หมายถึง อากาศที่มีส่วนประกอบของสารหรือก๊าซชนิดอื่น เจือปนอยู่ หรือมีปริมาณมากกว่าที่ควรจะมีอยู่ในอากาศบริสุทธิ์ และสิ่งเจือปนเหล่านี้ เป็นอันตรายต่อการดำรงชีพ ของมนุษย์สัตว์ และพืช^{๒๕}

องค์ประกอบของอากาศเสีย

อากาศเสียมีองค์ประกอบที่อาจแบ่งได้เป็น ๓ ประเภท คือ

๑. ประเภทที่เป็นของแข็งลอยอยู่ในมวลของอากาศ ของแข็งดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ฝุ่นละออง เขม่า เกสรดอกไม้ จุลินทรีย์ และในปัจจุบันที่เพิ่มขึ้นก็คือ ฝุ่นที่เกิดจากใยแก้ว ซึ่งเป็นองค์ประกอบของยางรถยนต์และผ้าเบรก ซึ่งจัดว่าเป็นอันตรายต่อระบบการหายใจและโดยเฉพาะต่อเยื่อปอด ฝุ่นละอองที่เป็นโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว

^{๒๔} Maurice A. Strobbe, op.cit., p. 12.

^{๒๕} Arthur C. Stern " The Pollutants " Air Pollution (London Academic Press 1976), pp. 1 - 21.

ปรอท เหล็ก อะลูมิเนียม เป็นอันตรายต่อมนุษย์ บางครั้งอาจถึงแก่ชีวิตในระยะเวลาอันสั้น ปริมาณของฝุ่นละอองซึ่งวัดได้ในเขตกรุงเทพฯ ฯ เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๑๕ อยู่ในช่วงระหว่าง ๔.๖ - ๑๓ สัมประสิทธิ์ของหมอก (Co - Efficient of Haze)

๒. ประเภทที่เป็นก๊าซ ได้แก่

- ๒.๑ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเผาขยะ น้ำมัน ก๊าซหุงต้ม และอื่น ๆ
- ๒.๒ คาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากการที่สันดาปถ่าน และสารประกอบที่มีถ่านอยู่อย่างไม่สมบูรณ์ ก๊าซนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่รู้สึกระคายเคือง แต่เป็นสารที่มีพิษมาก เราได้เคยได้ยินเสมอ ๆ ถึงการเสียชีวิต เมื่อถูกขังไว้ในโรงรถที่ปิดมิดชิดและปล่อยให้เครื่องยนต์ในรถทำงานหรือการที่ก๊าซไอเพื่อหุงต้มหรือต้มน้ำรั่วเข้ามาในห้องที่ปิดมิดชิดหรือในห้องปรับอากาศ คาร์บอนมอนอกไซด์ อาจเกิดจากการออกซิเดชั่น ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของซากพืชและสัตว์

คาร์บอนมอนอกไซด์ จากท่อไอเสียมีปริมาณประมาณ ๓๐,๐๐๐ ส่วนในล้านส่วน (๓%) ปริมาณที่เขากำหนดให้ไว้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งคนงานต้องทำงานวันละ ๘ ชั่วโมงคือ ๕๐ ส่วนในล้านส่วน หรือ ๐.๐๐๐๕% ความเข้มข้นใน ๑๐๐๐ ส่วนในล้านส่วน หรือ ๐.๑% เมื่อได้รับนาน ๑ ชั่วโมง จะหมดความรู้สึก และถ้าได้รับนานต่อไปถึง ๔ ชั่วโมงก็อาจถึงแก่ชีวิต

ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งวัดได้บริเวณถนนเยาวราช เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๑๕ พบว่า ๑๐% ของที่วัดทั้งหมดต่ำกว่า ๘ ส่วนในล้านส่วน และ ๑๐๐% ของ เวลาที่วัดทั้งหมดต่ำกว่า ๓๕ ส่วนในล้านส่วน

ปริมาณที่วัดได้จากถนนพระรามที่ ๔ ซึ่งโอบยบายถนนกว้างขึ้น
และรถไม่ติดปรากฏว่ามีค่าต่ำกว่าที่วัดได้จากถนนเยาวราช

ปริมาณของการบดนมออกไซค์ที่วัดไผ่ เมื่อนำไปเปรียบ
เทียบกับที่วัดไผ่จากเมืองลอสแอนเจลิส สหรัฐอเมริกา ในฤดูหนาว
และในเวลาที่ยวดยานอยู่ในถนนมากที่สุด ซึ่งวัดไผ่ตั้งแต่ ๑๕ - ๓๐
ส่วนในล้านส่วน ถ้าจะนำไปเทียบกับปริมาณของก๊าซในในเมืองต่างๆ
ของประเทศอังกฤษ จะเห็นว่าปริมาณก๊าซในกรุงเทพฯ มีสูงกว่า
ที่เคยมีรายงานในประเทศอังกฤษ แม้กระทั่งเมืองที่มีอุตสาหกรรม
หนัก ก็เช่น เมืองกลาสโก และเมืองแมนเชสเตอร์

๒.๓ สารประกอบที่มีกำมะถัน^{๒๒} สารที่สำคัญคือ ก๊าซออกไซค์
และกำมะถันไตรออกไซค์ สารประกอบทั้งกล้วนส่วนใหญ่จะมาจาก
จากการเผาไหม้น้ำมัน และการลุดงแบริงชนิดที่มีกำมะถัน เป็น
องค์ประกอบอยู่ น้ำมันที่ใช้ในเครื่องยนต์ เช่น รถยนต์ ก็มี
กำมะถันประกอบอยู่ด้วย

สารพิษทั้งกล้วนนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดอากาศเป็นพิษ
อย่างร้ายแรงในกรุงลอนดอน เมืองลอสแอนเจลิส เมืองพิตเบอร์ค
และเมืองใหญ่อื่น ๆ อีกไ้กว่า เป็นอันตรายอย่างยิ่ง

กำมะถันออกไซค์ก็ดังกล่าวอาจรวมกับน้ำ กลายเป็นกรด
กำมะถัน ทำลายสิ่งก่อสร้างที่เป็นหินอ่อนและจำพวกโลหะต่าง ๆ
เช่นอนุสาวรีย์ เป็นต้น ถ้าหากกรดกำมะถันมีมากอาจเป็นอันตราย
ต่อผิวหนังอ่อน ๆ เช่น เยื่อตา เยื่อจมูก และงูเห่าในลอน ชาก
งายกาย

สารประกอบที่มีกำมะถันอีกชนิดหนึ่งมีชื่อว่า ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารประกอบนี้กลาวนี้เกิดจากผลของ จุลชีพที่สลายอินทรีย์สาร มีกลิ่นไข่เน่า กลิ่นนี้จะพบตามบริเวณลำคลองที่มีน้ำเน่า สารประกอบนี้ทำให้สีทาบานที่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ เป็นสีดำ ลอนง่าย และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต นักวิชาการบางท่านกล่าวว่าเมื่ออันตรายมากกว่าคาร์บอนมอนอกไซด์เสียอีก

๒.๔ สารประกอบจำพวกไนโตรเจน สารประกอบไนโตรเจน ที่ควรจะถูกกล่าวถึง ก็คือไนโตรเจนออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ สารประกอบนี้กลาวนี้เกิดขึ้นได้ด้วยการเผาไหม้ในอากาศ

บุคคลที่ถูกก๊าซนี้จะมีประสบการณ์คือ กลิ่นเหม็น มีลักษณะเฉพาะ บางครั้ง เป็นอันตรายต่อปอดของคน และบางโอกาสอาจถึงแก่เสียชีวิต

ที่สำคัญก็คือออกไซด์ของไนโตรเจนบางตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีก่อให้เกิดควันพิษ (Smog) ขึ้น

ในกรุงเทพมหานครได้มีการวัดปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศ เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๑๕ พบว่า มีอยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๐๑ ถึง ๐.๐๑๘ ส่วนในล้านส่วน แสดงว่าปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์นี้ค่าต่ำจากซีกอันตราย

๒.๕ ไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบระหว่างคาร์บอน (ถ่าน) และไฮโดรเจน ตัวอย่างในธรรมชาติได้แก่ มีเทนในน้ำมันต่าง ๆ ก็มีไฮโดรคาร์บอน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญบางชนิดก็เป็นของเหลว บางชนิดก็เป็นก๊าซ การที่รถยนต์เผาไหม้เชื้อเพลิง ทำให้ได้ไฮโดรคาร์บอนที่เป็นก๊าซและของแข็ง บางชนิดก็เป็นต้นเหตุของมะเร็ง

๒.๖ ก๊าซอื่น ๆ ก๊าซอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้วก็ได้แก่ โอโซน เป็นก๊าซที่พบได้ในธรรมชาติ แต่อาจเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีแสง จากแสงแดด และจากฟ้าแลบ โอโซนปริมาณสูงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้ใบไม้ ดอกไม้เป็นจุด หรือไหมเกรียมที่ปลายใบ ที่สำคัญที่สุดก็คือทำให้ยางรถยนต์ที่สร้างจากสารสังเคราะห์และแมจากยางธรรมชาติเอง เสื่อมคุณภาพและมีรอยแตกบริเวณผิวทั่ว ๆ ไป

๓. ไร่น้ำ ไร่น้ำที่หอยแขวนอยู่ในอากาศ อาจทำให้เกิดหมอกได้ เมื่ออากาศหนาวเย็นลง ในภาคเหนือของประเทศไทย เช่นจังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูหนาวมีหมอกลงจัดมาก ทำให้การจราจรลำบาก และเกิดอันตราย

ไร่น้ำ ถ้าไปรวมกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในอากาศ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก็ทำให้เกิดเป็นกรดกำมะถัน ทำให้เยื่อจมูก และเยื่อตาอักเสบ

๔. พวกสารกัมมันตรังสี^{๒๗} พวกนี้กำลังเพิ่มมากขึ้นในภาวะการปัจจุบัน เนื่องจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์กันบ่อยขึ้น พวกสารกัมมันตรังสีที่ไม่เสื่อมสลายง่าย ๆ พวกนั้นเป็นพวกที่มีอันตรายมากที่สุด แต่ก็ได้มีการนำสารกัมมันตรังสีไปใช้ในสถานที่เป็นประโยชน์มากเหมือนกัน เช่นในการให้พลังงาน หรือใช้ในการแพทย์ เป็นต้น สิ่งสำคัญที่จะต้องนึกถึงคือ มนุษย์ไม่มีอวัยวะสำหรับรับความรู้สึกเกี่ยวกับกัมมันตรังสี ไม่เหมือนพลังงานอื่น เช่นความร้อน แสง เสียง ดังนั้น กัมมันตรังสีจึงเป็นภัยมืดที่จะต้องระมัดระวังกันมาก

^{๒๗}

Arthur C. Stern. op.cit., p. 17.

สาเหตุที่ทำให้เกิดอากาศเป็นพิษและสกปรก

๗ สาเหตุที่ทำให้อากาศเป็นพิษและสกปรก เนื่องจาก

๑. ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ เช่น รถยนต์ เครื่องบิน จักรยานยนต์ สามล้อ เครื่อง เรือยนต์ และเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น เครื่องยนต์พวกนี้โดยเฉพาะรถยนต์ ใ้พิษเอาสารพิษผสมไว้ในอากาศเป็นประจำทุกวัน โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น เช่น แถวเชิงสะพานพุทธ ราชประสงค์ เขาวราช และประตูน้ำ เป็นต้น จากการศึกษาของกรมอนามัยเกี่ยวกับก๊าซพิษที่เกิดจากการจราจรในกรุงเทพฯ ปรากฏว่า ก๊าซเหล่านี้อยู่ในระดับที่จะก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ แม้ว่าขณะนั้นยังไม่รุนแรงนัก แต่ก็ไม่เป็นการฉลาดเลยที่จะนั่งนอนใจอยู่เฉย ๆ ชีวิตและทรัพย์สินย่อมจะเสียหายได้ หากไปไม่มีมาตรการป้องกันอย่างจริงจัง ในอนาคตอันใกล้

๒. คว้นไฟและก๊าซจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งใหญ่ที่ก่อให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ในอากาศ เช่น โรงงานผลิตสารเคมี โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานผลิตไฟฟ้า โรงงานทำเบียร์ โรงงานสุรา โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงงานกระดาษ-แร่ โรงงานย้อมผ้า โรงงานทำแก้ว โรงงานผลิตหลอดไฟฟ้า และอื่น ๆ อีกมาก โดยเฉพาะพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งปล่อยสารพิษและก๊าซพิษสู่อากาศ ทำให้อากาศสกปรก และเป็นพิษต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต^{๒๔}

^{๒๔} R.S. Morse, The Automobile and Air Pollution, A Program for Progress, Part II, U.S. Department of Commerce, (Washington, D.C. 1967), p. 43.



๓. แหล่งกำเนิดของฝนละอองต่าง ๆ ฝนละอองก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดอากาศเป็นพิษและสกปรก บริเวณที่กำลังทำการก่อสร้าง โรงงานทำปูนซีเมนต์ โรงงานโมหิน โรงงานทำปูนขาว โรงงานทอผ้า เหมืองแร่ เตาเผาถ่านและโรงคัดถ่าน รวมทั้งเมรุเผาศพต่าง ๆ ด้วย

๔. แหล่งหมักหมมของสิ่งปฏิกูล เนื่องจากจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของเสีย ขยะ เศษอาหารที่มนุษย์ถ่ายเททิ้งลงแม่น้ำลำคลอง บนพื้นดิน ก็เพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว แม้จะมีกฎหมายรักษาความสะอาด แต่ทางการก็มิได้ทำอย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอและไม่ลงโทษผู้ฝ่าฝืนอย่างจริงจัง ทำให้มีการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลตามตรอกซอย แม่น้ำลำคลอง เกิดการหมักหมมเน่าเปื่อย สกปรกเหม็น ก่อให้เกิดอากาศเป็นพิษ และความรำคาญของผู้ที่อยู่อาศัยอย่างมาก

๕. ควันไฟอันเนื่องมาจากการเผาป่าและการเผาไรนา ความสกปรกของอากาศในแ่งนี้มักจะเกิดขึ้นในบริเวณป่าเขา ไรนา ตามชนบท ประชาชนนิยมเผาไรนาภายหลังที่ได้เก็บเกี่ยวพืชผลแล้ว หรือการเผาป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอยของชาวเขาในภาคเหนือ ทำให้บริเวณเหล่านั้นมีกลุ่มควันปกคลุมอยู่โดยทั่วไป เป็นเหตุให้อากาศสกปรก และก่อให้เกิดอุบัติเหตุแกมผู้ที่ขับขีวคยานผ่านเส้นทางในบริเวณนั้น

๖. การสูบบุหรี่ ควันบุหรี่มักจะก่อความรำคาญแก่ผู้ที่อยู่ใกล้เคียง ปัญหาที่เกิดจากควันบุหรี่จะเกิดเฉพาะในบริเวณที่จำกัดโดยเฉพาะในที่ที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่นในห้องทำงาน โรงละคร โรงภาพยนตร์ และสถานบันเทิงเรีงรมย์ ซึ่งมักเป็นห้องมิดชิด มีการถ่ายเทอากาศได้น้อย ถึงแม้จะมีเครื่องปรับอากาศ แต่การระบายอากาศก็ไม่ดีเท่าที่ควร ในสภาพเช่นนี้ ควันบุหรี่อาจทำให้อากาศเป็นพิษได้มาก

๗. ความเป็นพิษในบรรยากาศอันเนื่องมาจากการทดลองอาวุธปรมาณู ทรานโคที่ยังมี การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ มีการใช้พลังงานจากนิวเคลียร์ เช่น โรงไฟฟ้าปรมาณูกันอยู่ ภัยที่เกิดจากละอองซัลฟิวไรด์รังสี ก็ย่อมมีปะปนอยู่ในอากาศ ในลักษณะของละอองหรือฝุ่น หรืออนุภาคที่ลอยฟุ้งกระจาย และมีคุณสมบัติแผ่รังสีได้โดยไม่หยุดยั้งก็จะมีตลอดไป ซึ่งรังสีปรมาณูนี้ เช่นรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และรังสีนิวตรอน เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่เป็นอันตรายมาก

ผลเสียที่เกิดจากอากาศเป็นพิษ

ผลเสียของอากาศเป็นพิษ นับว่ามีความรุนแรง และมีอันตรายมาก เพราะอันตรายที่เกิดจากอากาศเสีย สามารถแพร่กระจายได้อย่างกว้างขวางในทิศทางที่ลมพัดพาไป และก่อความรุนแรงได้มากด้วย ประเทศไทยกำลังเริ่มประสบปัญหาอากาศเป็นพิษ ถึงแม้ว่าจะไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต เนื่องจากอากาศเป็นพิษเหมือนในต่างประเทศก็ตาม แต่อย่างไรก็ดี ก็ควรจะให้ความสนใจเสียตั้งแต่บัดนี้ เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้ อาจเหมือนกับนครใหญ่ ๆ ในหลายประเทศก็ได้ เช่น นครลอสแอนเจลิส นครนิวยอร์ก ชิคาโก คีทรอย ลอนดอน เบอร์มิงแฮม และโตเกียว เป็นต้น ซึ่งในนครดังกล่าวได้รับพิษของอากาศเสีย เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และมีคนตายเพราะอากาศเป็นพิษคราวละหลายร้อยคน สำหรับประเทศไทย บริเวณที่เกิดอากาศเสียได้แก่บริเวณกรุงเทพมหานคร และบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น และเมืองใหญ่ ๆ บางแห่ง เช่น นครราชสีมา เชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งเกิดในบริเวณหรือย่านที่มีประชากรอยู่หนาแน่น มีการจราจรติดขัด และมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่มากมายเป็นส่วนใหญ่ ^{๒๔}

อันตรายที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์เนื่องมาจากอากาศเสีย เพราะมีพวกฝุ่นละอองควัน และก๊าซต่าง ๆ ตลอดจนจุลินทรีย์เป็นพิษในอากาศ จะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตไม่เต็มที่ และเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวกับระบบหายใจและระบบทางเดินอาหาร โรคมะเร็งที่ปอด โรคเส้นเลือดแข็ง โรคหัวใจ ปวดศีรษะและมึนงง ทำให้สุขภาพ

^{๒๔} พงษ์เทพ จารุอำพรธม "อากาศเป็นพิษ" สารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ ๑
ฉบับที่ ๑๑ ตุลาคม ๒๕๑๘ หน้า ๒ - ๑๖.

ทรุคโทรม ! นอกจากนี้ยังมีผลต่อกันเศรษฐกิจอีกด้วย เช่นทำให้สิ่งของต่าง ๆ สกปรก
 เขามาจากควันรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม จะทำให้รถยนต์ ตึกกรม บ้านช่อง เลื่อน
 บ้านหน้าต่าง และตัวคนสกปรกไปหมด ทำให้สัตว์เลี้ยงและพืชพันธุ์เสียหาย คุณภาพเสื่อม
 ลง ใ้ผลผลิตโคน้อย หรือตายไปเลย ดังจะเห็นโคงาย ๆ จากคนไม่ที่ปลูกในบริเวณ
 การจราจรหนาแน่น มักจะแคะแค้น มีการเจริญเติบโตช้า และบางแห่งอาจถึงกับตาย
 ไป ทำให้วัตถุบางอย่างเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว เช่น เหล็กเป็นสนิมโคงายขึ้น

นอกจากอันตรายที่เกิดจากมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งของแล้ว ปริมาณคาร์บอนได-
 ออกไซด์ในบรรยากาศที่หนาแน่นขึ้นทุกที ๆ เพราะคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการหายใจ
 ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมัน มีมากขึ้น
 กว่าแต่ก่อน ถ้าหากปริมาณความหนาแน่นของก๊าซนี้เพิ่มขึ้นมาก ๆ ก็จะมีผลกระทบกระเทือน
 ต่ออุณหภูมิภายในบรรยากาศของเราให้ร้อนขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต ยิ่งเราทำลาย
 คนไม้เพื่อสร้างเมือง สร้างทางหลวงกันต่อไป และยังคงเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ มากขึ้น
 กวานี้แล้วจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีมากขึ้นแน่นอน ซึ่ง ไม่เป็นผลดีต่อ
 ความเป็นอยู่ของมนุษยชาติแต่อย่างใด

วิธีป้องกันอากาศเป็นพิษ

มีวิธีการสำคัญ ๓ วิธี ที่จะทำให้อากาศเสียลดน้อยลงได้ ^{๓๐}

วิธีแรกก็คือ ต้องเปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ เป็นต้นว่าใช้เชื้อเพลิงที่ทำ
 ให้เกิดเขม่าและเศษละอองน้อยกว่า แทนถ่านหิน และใช้ภาชนะบรรจุเชื้อเพลิงซึ่งทำให้เกิดละออง
 น้อยยิ่งกว่าน้ำมันแทน

วิธีที่สองคือ หาทางใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีบ้านอื่น ๆ บาง เช่น พลังงานปรมาณูซึ่งไม่ทำให้เกิดเศษละอองเหมือนเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ แต่การใช้พลังงานปรมาณูก็เกิดทำให้ของเสียอีกแบบหนึ่งที่แตกต่างออกไป เช่น เกิดพิษจากกัมมันตภาพรังสีไม่มีทางรักษาได้ หรือเกิดผลเสียจากความร้อน อุณหภูมิเพิ่มขึ้นแก่ระบบนิเวศน์เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งถ้าหากเรารู้จักใช้และรู้จักป้องกันที่ถูกต้องก็อาจจะควบคุมได้

และวิธีที่สาม ก็คือ ใช้เชื้อเพลิงอย่างที่เรารู้จักกันอยู่ต่อไป แต่จะต้องหาทางกำจัดของเสียก่อนที่จะปล่อยมันออกมาสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งมีอยู่หลายวิธีเพื่อใช้คุ้มครองเศษละอองและแก๊สที่ไม่พึงประสงค์เอาไว้ก่อนปล่อยออกจากโรงงานและท่อไอเสียรถยนต์ แต่วิธีนี้ก็ยุ่งยาก และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมาก เช่นการกำจัดกัมมันตภาพรังสีให้หมดไปจากควันทันที การผลิตระบบความสะอาดของเสียจากท่อไอเสียรถยนต์ ถึงแม้ราคาค่าใช้จ่ายจะสูงขึ้นก็ตาม เพราะการแก้ไขมลร้ายที่เกิดจากอากาศเป็นพิษนั้นจะทำให้คนทั่ว ๆ ไปโดยส่วนรวม ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าที่จะต้องเสียไปในการป้องกันอากาศเป็นพิษเสียอีก การป้องกันจึงดีกว่าการแก้ไข

มาตรการป้องกันและแก้ไข

แม้ว่าขณะนี้ประเทศไทยกำลังตื่นตัวในเรื่องอากาศเป็นพิษ โดยมีการจัดให้มีสัปดาห์แห่งการป้องกันอากาศเป็นพิษขึ้นก็ตาม แต่ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จึงสมควรจะมีมาตรการต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้กับประเทศไทยในการกำจัดอากาศเป็นพิษได้คือ^{๓๑}

๑. รัฐบาลควรจัดงบประมาณสนับสนุน และส่งเสริมการค้นคว้าวิจัย ให้แก่สถาบันสมาคม หรือองค์กรเอกชนที่ดำเนินการในเรื่องอากาศเป็นพิษ ทำการศึกษาวิจัยเรื่องอากาศ

เป็นพิษ และกำหนดวิธีการควบคุมแก้ไขอย่างรัดกุม พร้อมทั้งเผยแพร่ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนได้ทราบโดยทั่วกัน ตลอดจนการชักชวนให้เกิดการปฏิบัติเพื่อป้องกันและแก้ไข ให้เกิดขึ้นในหมู่ประชาชนด้วย

๒. แก้ไขปรับปรุงกฎหมายและระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ให้มีผลบังคับอย่างจริงจัง กับทั้งให้มีการควบคุมปฏิบัติตามกฎหมายโดยเคร่งครัด

๓. ให้หน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐที่เกี่ยวข้อง ร่วมมือและประสานงานกันโดยใกล้ชิดและจริงจัง ในการดำเนินงานควบคุมและป้องกันอากาศ เป็นพิษ

๔. ให้เจ้าหน้าที่ผู้รักษากฎหมาย จับกุมผู้ฝ่าฝืนกฎหมายและระเบียบข้อบังคับ เกี่ยวกับการป้องกันสิ่งแวดล้อม เป็นพิษอย่างเข้มงวด และดำเนินการตามกฎหมายโดยเสมอหน้ากัน

๕. กำหนดมาตรฐานการปล่อยของเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลการทำลายสิ่งแวดล้อม และทำให้อากาศเสีย

๖. ศึกษาวิธีทำลายสิ่งปฏิกูลที่ปล่อยก่ยต่อสิ่งแวดล้อมทั่ว ๆ ไป และไม่ทำให้อากาศเสีย ตลอดจนหาทางแก้ไขปัญหานำเนาให้โดยเร็ว ซึ่งเป็นกรลดอากาศ เป็นพิษทางหนึ่ง

๗. ให้การศึกษาแก่ประชาชนทั่วไปเป็นส่วนรวมในด้านการป้องกัน และรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมให้ค่อยเสมอ ควบการใช้สื่อทัศนอุปกรณ์ เช่นวิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ เอกสาร สิ่งพิมพ์ ตลอดจนป้ายประกาศต่าง ๆ เพื่อที่จะช่วยป้องกันมิให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ จนถึงขั้นอันตรายได้

๘. สนับสนุนโครงการด้านการศึกษาของโรงเรียน และมหาวิทยาลัย เช่น จัดหลักสูตรในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหา และตระหนักถึงความสำคัญที่ต้องร่วมมือแก้ไขเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

๙. ร่วมมือกับต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประเทศเพื่อนบ้านในการศึกษาและป้องกันสภาพแวดล้อมเป็นพิษ เพื่อนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมแก่ความมุ่งหมายในการพัฒนาความเจริญของแต่ละประเทศ

๑๐. ให้ปรับปรุงแก้ไข มาตรการประจำทางที่มีสภาพดี และอำนวยความสะดวกมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ประชาชนหันมาใช้บริการนี้ หรืออาจจะใช้ระบบขนส่งมวลชนอื่น ๆ ทั้งทางน้ำและทางบก เพื่อลดการจราจรติดขัด โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ ๆ

๑๑. จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม และเร่งรัดให้ประกาศใช้พระราชบัญญัติผังเมือง เพื่อยางแผลการควบคุมและรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

ปัญหาอากาศเป็นพิษนับวันยิ่งทวีความสำคัญขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มของประชากร ทำให้เกิดความต้องการอำนวยความสะดวกสบายมากขึ้น รวมทั้งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มนุษย์ได้คิด และพัฒนาขึ้นมาเอง ปัญหานี้ได้แสดงตัวแล้วว่า จะก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ และพืช ตลอดจนทรัพย์สินต่าง ๆ ได้รับความเสียหาย ดังนั้นจึงจำเป็นที่มนุษย์ซึ่งเป็นผู้สร้างปัญหา จะใคร่ร่วมมือกันป้องกันและแก้ไขปัญหาอากาศเป็นพิษ โดยใช้วิธีการและมาตรการที่ถูกต้องและสมบูรณ์แบบ เพื่อให้สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมไปนั้นดีขึ้น ก่อนที่ทุกสิ่งจะสายเกินแก้

เสียงรบกวน (Noise Pollution)

เสียงรบกวน คือเสียงที่ไม่พึงปรารถนา โดยจะเกี่ยวข้องกับสัมพันธกับคนเราในด้านความรู้สึก ทัศนคติ ความเคยชินส่วนตัว สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และเวลา

เสียง (Sound)

เสียงหมายถึง การรบกวนเชิงกล (Mechanical disturbance) หรือการสั่นสะเทือนเชิงกล (Mechanical vibration) ของตัวกลาง ซึ่งใดแก ก๊าซ ของเหลว

หรือของแข็ง (Gaseous liquid or solid media) โดยมีแหล่งกำเนิดเสียงเป็น
ตัวทำให้เกิดความรบกวน สำหรับตัวกลางที่สามัญที่สุดคืออากาศ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียง
ต้นสะเทือน บริเวณผิวของแหล่งกำเนิดเสียงต้นสะเทือนจะไปทำให้เกิดการอัด

(Compression) โมเลกุลของอากาศเบียดชิดกัน จึงทำให้เกิดการขยาย

(Rarefaction) ไปด้วย ปรากฏการณ์เช่นนี้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ

ความดันอากาศปกติ เพราะถูกรบกวนโดยโมเลกุลของอากาศ อากาศมีสมบัติของ

ความเฉื่อย (Inertia) และความยืดหยุ่น (Elasticity) ดังนั้นโมเลกุล

ของอากาศจึงส่งผ่านพลังงานไปยังโมเลกุลข้างเคียง การรบกวนจึงแผ่กระจายโดยรอบ

ลักษณะของคลื่นเสียง

คลื่นเสียงเป็น Mechanic wave เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในบาง
ส่วนของตัวกลางที่ยืดหยุ่นได้ และมีความเฉื่อย เนื่องจากคุณสมบัติของตัวกลางอันนี้เอง
จึงทำให้คลื่นเสียงผ่านตัวกลางได้โดยตัวกลางไม่เคลื่อนที่ตามไปด้วย

ส่วนอัด ส่วนขยาย

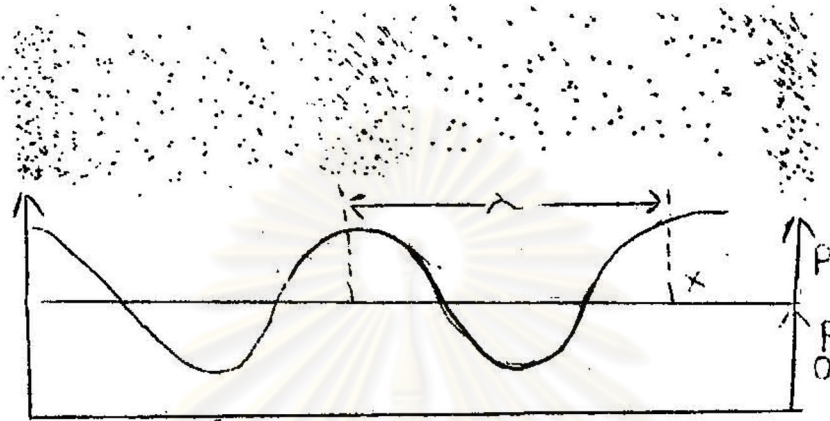


รูปที่ ๒ คลื่นเสียงซึ่งเป็นคลื่นตามยาว

คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาวหรือคลื่นอัด (Longitudinal wave or compression
wave) คือเป็นคลื่นซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ไปในตัวกลางใดแล้วอนุภาคของตัวกลางจะเคลื่อนที่ไป

ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นนั้น คลื่นเสียงที่ผ่านอากาศแสดงโดยแผนภาพ ซึ่งแสดงความหนาแน่นของโมเลกุลของอากาศที่มีการอัดตัวขยายตัว ดังรูปที่ ๓

ก.



ข.

ความดัน
(pressure)

รูปที่ ๓

- ก. แสดงความหนาแน่นของโมเลกุลของอากาศ
 ข. แสดงการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศ P จากความดันปกติ P_0 ตามตำแหน่งต่าง ๆ ขณะเมื่อมีเสียงเคลื่อนที่ผ่านมา

ความเข้ม (Intensity)

ความเข้มของเสียง คือพลังงานของเสียงที่ผ่านไปในหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (Watt/m^2) ในทางปฏิบัติ กำลังของคลื่นวัดได้ยาก และจะวัดออกมาในรูปของความดันแทน เราจะหาค่าความดันเสียงได้จากสูตร^{๓๒}

๓๒

R.H. Canning (ed.), Handbook of Noise and Vibration Control (1st ed.: England : Trade and Technical Press Ltd., 1970), p. 8.

$$p = \hat{p} \sin \omega t \text{ -----(1)}$$

- เมื่อ p หมายถึง ค่าความดันเสียงขณะนั้น
- \hat{p} หมายถึง ค่า pressure amplitude คือ ผลต่างของความดันตัวกลาง เมื่อมีคลื่นผ่านและเมื่อไม่มีคลื่นผ่าน
- ω หมายถึง angular frequency คือมีค่าเท่ากับ $2\pi f$
- f หมายถึง ความถี่ (frequency)
- t หมายถึง เวลา

ความถี่ (frequency)

ความถี่ของคลื่นเสียง คือจำนวนของความดันที่เปลี่ยนแปลงไปครบรอบต่อวินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที (circles per second = cps = c/s) หรือ แอร์ทซ์ (Hertz = H z)

ความเร็ว (velocity)

ความเร็ว ซึ่งแพร่กระจายออกไปจะถูกบังคับโดยลักษณะความยืดหยุ่นของตัวกลาง ซึ่งจะคงที่สำหรับทุก ๆ ค่าความถี่ (frequency) ในอากาศความเร็วเสียงประมาณ ๓๔๐ เมตรต่อวินาที ในน้ำเสียงจะมีความเร็วประมาณ ๑๕๐๐ เมตร ต่อวินาที

นอกจากความยืดหยุ่นแล้ว อัตราเร็วของเสียงยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลาง นั้นอีกด้วย เช่น อัตราเร็วของเสียงในอากาศ อาจกล่าวได้ว่าเป็นปฏิภาคโดยตรงกับรากที่สองของอุณหภูมิเคลวิน หรือ $v \propto T$ ดังนั้น อัตราเร็วของเสียงในอากาศจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ ๐ องศาเซลเซียส จะมีค่าประมาณ ๓๓๑ เมตรต่อวินาที

ความยาวช่วงคลื่น (Wavelength)

ความเร็วของเสียงในอากาศ เท่ากับ ๓๔๐ เมตรต่อวินาที โดยจะหาความยาวช่วงคลื่นได้จากสูตร

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{----- (1)}$$

เมื่อ λ = wavelength

c = ความเร็วของเสียงมีค่าเป็น ๓๔๐ เมตร/วินาที

f = ความถี่ (frequency) หน่วยเป็น Hz

การวัดเสียง

เสียงจากต้นกำเนิดเสียงจะถูกส่งออกทุกทิศทาง โดยรอบในลักษณะของทรงกลม ซึ่งมีแหล่งกำเนิดเสียง เป็นจุดศูนย์กลาง มีรัศมีเท่ากับระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียง จนถึงจุดที่เราได้ยิน

สำหรับความเข้มของคลื่นเสียง ยิ่งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเท่าใด คลื่นเสียงจะยิ่งมีความเข้มน้อยลง ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมจะกว้างขึ้น ความเข้มของเสียง (I) จะถูกส่งออกไปทุกทิศทางในลักษณะของทรงกลม (fre progressive spherical wave) ซึ่งจะมีค่าน้อยลงเท่ากับกำลังสองของรัศมี (r) นั่นคือ

$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

| ความดันเสียง (bar) | ระดับเสียง(dB) | สภาวะแวดล้อม |
|--------------------|----------------|---|
| | ๑๕๐ - | |
| ๑๐๐๐ bar | - ๑๓๕ | ๑๓๐ - เสียงดังที่สุดที่หูคนปกติเริ่มรู้สึกเจ็บปวด |
| | | ๑๒๐ - เสียงดังที่สุดที่หูคนปกติทนฟังได้ |
| ๑๐๐ bar | - ๑๑๕ | ๑๑๐ - เสียงแตรรถยนต์ประจำทาง |
| | | ๑๐๐ - |
| ๑๐ bar | - ๙๕ | ๘๐ - เสียงในรถยนต์ประจำทาง |
| | | ๗๐ - เสียงจากการจราจรขนาดปานกลาง |
| ๑ bar | - ๗๕ | ๖๐ - เสียงคุยตามแบบธรรมดา |
| | | ๕๐ - เสียงในสำนักงาน |
| ๐.๑ bar | - ๕๕ | ๔๐ - เสียงในห้องพักในบริเวณชานเมือง |
| | | ๓๐ - เสียงในห้องสมุด |
| ๐.๐๑ bar | - ๓๕ | ๒๐ - เสียงในห้องนอนในตอนกลางคืน |
| | | ๑๐ - เสียงในห้องส่งกระจายเสียง |
| ๐.๐๐๑ bar | - ๑๕ | ๐ - เสียงเบาที่สุดที่หูคนปกติได้ยิน |
| ๐.๐๐๐๒ bar | | |

ตารางที่ ๑ แสดงระดับเสียงโดยทั่ว ๆ ไป^{๓๓}

^{๓๓}

Jens Trampe Broch, The Application of the Bruel & Kjaer Measuring System for Acoustic Noise Measurements (Denmark: K. Laesen & Son. 1971), p. 20.

/ เสียงรบกวน (Noise Pollution) นับเป็นปัญหาที่สำคัญของประชากรที่อยู่ในบริเวณที่แออัดหัว ๆ ไป การอยู่ในภาวะแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนระดับสูง จะมีผลกระทบกระเทือนทางกายและทางจิตใจของมนุษย์หลายด้านคือ

๑. ผลทางค่านสรีระ^{๓๔} (Physiological effects) เสียงรบกวนเป็นสาเหตุให้ระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ กระทบกระเทือนผิดปกติ ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

๒. ผลทางค่านการได้ยิน^{๓๕} (Hearing effects) เสียงรบกวนเป็นสาเหตุของความผิดปกติในการได้ยิน เช่น อาการขาดเจ็บรุนแรงเนื่องจากเสียง (Acoustic trauma) หรือชั่วคราว (Temporary threshold shift) หรือถาวร (Permanent threshold shift) ซึ่งอาการขั้นต่อไป คือ หูหนวก นอกจากนั้นเสียงรบกวนยังแทรกสอดการติดต่อสื่อสารที่ใช้เสียง^{๓๖} (Speech Communication) อีกด้วย

๓. ผลทางค่านจิตวิทยา^{๓๗} (Psychological effects) เสียงรบกวนเป็นสาเหตุของความรำคาญ (Annoyance) นอนไม่หลับ ประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการทำงานเปลี่ยนแปลง

^{๓๔} Arguelles A.E., and Others, Physiological Effects of Noise (New York, - London : Plenum Press, 1970), pp. 341-344.

^{๓๕} J.S. Leach, "Noise in Towns," Noise Controls and Vibration Reduction, IV (January, 1974), p. 199.

^{๓๖} OECD., Urban Traffic Noise (France : OECD Publication, 1971), p. 41.

^{๓๗} Aage R. Moller, "Noise as a Health Hazard," Ambio, TV. (1971), pp. 6 - 13.

นอกจากนี้เสียงรบกวนยังมีผลทางค่านสังคม (Social effects) เศรษฐกิจ (Economic effects) และทางนิเวศวิทยา (Ecological effects) อีกด้วย^{๓๘}

ผลของเสียงรบกวนนับเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและเป็นอันตรายมากขึ้นทุกทีสำหรับชีวิตชาวเมือง ซึ่งเป็นศูนย์รวมของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งมีทั้งโรงงานอุตสาหกรรม ความเป็รอยู่ที่แออัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจราจรที่มีความคับคั่ง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเสียงรบกวน

กรุงเทพมหานคร นับเป็นเมืองที่มีความคับคั่งของการจราจรเป็นอย่างมาก จากสถิติยานพาหนะของกรุงเทพมหานคร ปีพุทธศักราช ๒๕๑๔ พบว่ามียานพาหนะในกรุงเทพมหานครถึง ๓๙๙,๘๑๑ คัน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนในกรุงเทพมหานคร คังผลงานวิจัยของ สมาน ตั้งทองทวี^{๔๐} พบว่าเสียงรบกวนที่เพิ่มขึ้นจนถึงขีดที่เป็นพิษเป็นภัยต่อมนุษย์ เกิดจากรถประจำทางที่บรรทุกเต็มอัตรา เร่งเครื่องในเวลาที่ยวดยานหนาแน่น

^{๓๘} M.D. Harmelink, " Noise and Vibration Control for Transportation System " D.H.O. Report No. RR 168, October, 1970, Report to Ontario Department of Highway (Canada), p. 12.

^{๓๙} แผนกทะเบียนรถยนต์, กองทะเบียน, กรมตำรวจ, กระทรวงมหาดไทย, สถิติยานพาหนะของจังหวัดกรุงเทพมหานครที่นำมาจดทะเบียนและต่ออายุในปัจุบันประมาณ ๒๕๑๔ - ๒๕๑๘ (เอกสารอัสสำเนา)

^{๔๐} Thangtongtawi, S., " Bangkok Noise Pollution Survey " Unpublished Master's Thesis, Department of Environmental Engineering The Asian Institute of Technology, Thailand, 1974).

ปัญหาของเสียงรบกวนในกรุงเทพมหานคร กระจายตัวและขยายขอบเขตมากขึ้น จนกระทั่งในโรงเรียนซึ่งจัดเป็นสถานที่ต้องการความเงียบหลายแห่งประสบกับปัญหานี้ เช่นเดียวกับสถานที่อื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ที่โรงเรียนเทพศิรินทร์ ซึ่งอยู่บริเวณทางแยกที่มีการจราจรคับคั่ง กล่าวคือมีถนน ๒ คู่ทาง และถนนหลวงตัดผ่าน โดยที่ตัวอาคารเรียนของโรงเรียนอยู่บริเวณมุมถนนพอดีทำให้เกิดเสียงรบกวนการสอนและการเรียนรูของ ครู - นักเรียน เป็นอันมาก ดังที่ชมรมอนุรักษ์ของโรงเรียนได้รายงานไว้^{๕๑}

... ทั้งนักเรียนและครูต่างได้รับความลำบากในเรื่องการเรียน และการสอนมาก เพราะเสียงรบกวนจากบริเวณถนนหลวง ซึ่ง มีรถจากถนนสายอื่น ๆ หลายสาย ทำให้เกิดเสียงแตร เสียงเร่ง เครื่อง โดยเฉพาะเสียงรถมอเตอร์ไซด์...

ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรมีความสัมพันธ์กับการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของชาติเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ ๕^{๕๒} ได้กล่าวถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรในส่วนที่สัมพันธ์กับการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของชาติไว้หลายประการด้วยกันคือ

๑. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยเร่งบูรณะและปรับปรุงการบริหาร ทรัพยากรหลัก เช่น ที่ดิน ป่าไม้ แหล่งน้ำ และแหล่งแร่ให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

^{๕๑} โรจน์ อนุรักษ์. "Pollution" ในเทพศิรินทร์, "อนุรักษ์",

๑ (สิงหาคม, ๒๕๑๘), ๒๘.

^{๕๒} กองวางแผนเศรษฐกิจและสังคม สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แนวทางการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ ๕ เอกสาร- อัดสำเนา, ๑๑ พ.ย. ๒๕๑๗.

สูงสุด และป้องกันมิให้เกิดความเสื่อมโทรมจนเป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมและการพัฒนาประเทศในอนาคต ทั้งนี้รวมถึงการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าวมาพัฒนาในลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่คนส่วนใหญ่ในชาติขณะเดียวกันจำเป็นต้องกำหนดแนวทางฟื้นฟูบูรณะทรัพยากรที่ถูกทำลาย และมีสภาพเสื่อมโทรมและเป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศ เพื่อจะได้อนองตอการพัฒนาประเทศในอนาคต โดยได้วางแนวทางเร่งการปฏิรูปและพัฒนาที่ดิน การพัฒนาและจัดสรรแหล่งน้ำ แหล่งแร่ และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ตลอดจนการสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานที่สำคัญยิ่งของประเทศ เช่น น้ำมัน หินน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้จะได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาขั้นพื้นฐานและกำหนดแนวทางพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติให้สอดคล้องกับเป้าหมายโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคม ในด้านการกระจายรายได้ อัตราการเพิ่มประชากรและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชาติมิให้เกิดผลเสียต่อประเทศในอนาคต

การปรับปรุงคุณภาพของประชากร ดังที่ไดกล่าวนำแล้วว่ามนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อย่างใกล้ชิด เพราะมนุษย์มีกำเนิดอยู่ภายในสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมทุกชนิดมีผลโดยตรงและโดยอ้อมในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์เป็นต้นเหตุสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อม ประชากรเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของประเทศ หากประชากรมีคุณภาพดีย่อมยังให้เกิดความเจริญแก่ตนเอง และประเทศชาติ หากประชากรไม่มีคุณภาพก็จะเป็นอุปสรรคในการพัฒนาประเทศ การมีประชากรที่พอเหมาะและมีคุณภาพย่อมยังความเจริญให้กับประเทศมากกว่ามีจำนวนประชากรมาก แต่คอยคุณภาพ คุณภาพของประชากรขึ้นอยู่กับการศึกษา การสาธารณสุข ความขยันหมั่นเพียร สติปัญญา ศีลธรรม ฯลฯ การปรับปรุงคุณภาพของประชากรจะกระทำได้ก็โดยให้การศึกษาทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ประชากร และเยาวชนให้เกิดความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม และเปลี่ยนทัศนคติประชากร ให้เกิดอุปนิสัยที่เป็นคุณต่อสิ่งแวดล้อม สนับสนุนให้ช่วยกันเพิ่มคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นให้คิดถึงประโยชน์ส่วนรวม มากกว่าประโยชน์ส่วนตัว จัดบริการสาธารณสุขให้ดีและทั่วถึงเพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพพลานามัยดี บริโภคอาหารที่มีคุณภาพประโยชน์ต่อร่างกาย เมื่อประชาชนมีสุขภาพพลานามัยดีย่อมมีสติปัญญาที่ดีด้วย

๓. การกระจายบริการขั้นพื้นฐาน แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท บริการขั้นพื้นฐานทั่วไปอันเป็นสิ่งจำเป็นต่อชุมชน เช่น ประปา ถนน และท่อระบายน้ำ การจราจร สำหรับชุมชนในชนบทและบริการขั้นพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เพื่อสนับสนุนการผลิต การส่งออก และการกระจายความเจริญออกไปสู่ส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น การกระจายบริการขั้นพื้นฐานทั้ง ๒ ประเภทนี้ จะมีส่วนสัมพันธ์กับปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยตรง ทั้งปัญหาความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

๔. การเร่งรัดพัฒนาชนบท โดยการกระจายการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในชนบท ในปี ๒๕๑๕ ประชากรที่ครองชีพอยู่ด้วยการ เกษตร เป็นหลัก มีจำนวน ๓๒.๒ ล้านคน หรือร้อยละ ๘๕ ของจำนวนประชากรทั้งสิ้น ปัจจุบันมีเกษตรกรเป็นจำนวนมากที่ว่างงานหรือมีงานทำไม่สม่ำเสมอ เกษตรกรเป็นทรัพยากรอันมีความหาศาลที่รัฐต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาที่จะนำเอาทรัพยากร กำลังคนในภาคเกษตรมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อยกระดับรายได้และความเป็นอยู่ของ ประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มการผลิตของประเทศอย่างแท้จริง การกระจายการผลิตนั้นควรจะ เน้นหนักในพื้นที่ที่เกษตรกรมีเวลาว่างมาก ทั้งนี้เพราะบางพื้นที่ เกษตรกรสามารถทำการเพาะปลูกได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น รัฐจำเป็นต้องหาทางแก้ไขเพื่อให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกในพื้นที่ เหล่านั้นได้ตลอดปีโดยมีการ จัดหาพืชที่สามารถเพาะปลูกได้มาหมุนเวียนปลูก ซึ่งถ้าสามารถทำได้ ส่วนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในชนบทอาจดำเนินการโดยสร้างระบบชลประทานเพื่อเพิ่มผลผลิตในเขตที่เป็นไปไม่ได้หรือปรับปรุงคุณภาพของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย ตลอดจนเริ่มขยายความรู้ทาง เทคนิคสมัยใหม่ ให้ถึงมือเกษตรกรให้มากขึ้น เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในเนื้อที่เดิม การกระจายการผลิตและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้ง ๒ วิธี จะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นในพื้นที่ดินที่มีอยู่เดิม ซึ่งจะช่วยให้ลดการทำลายป่า หรือทำลายสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

๕. การเร่งรัดพัฒนาอนามัยชนบท จัดให้มีการวางระบบน้ำ กำจัดน้ำโสโครก และจัดหาน้ำสะอาดให้ครอบคลุมประชากร ของประเทศให้ได้จำนวนเพิ่มขึ้น เป็นร้อยละ

๒๕ ซึ่งจะช่วยให้อาสาสมัครสามารถลดปัญหาผู้ป่วยเนื่องจากน้ำได้ ๑๘,๗๐๐ ใน ๑,๐๐๐,๐๐๐ คน ทางด้านการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษอันเนื่องมาจากวัตถุพิษต่าง ๆ คาดว่าผู้ประกอบการอาชีพการงานทุกอาชีพประมาณ ๑๔ - ๑๖ ล้านคนจะได้รับการดูแลและเอาใจใส่เป็นพิเศษโดยการสร้างศูนย์อาสาสมัครทั่วประเทศ

ดังนั้นการจะมุ่งพัฒนาประเทศไทยให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในชาติเพื่อสนองตอบความต้องการของประชาชนนั้น จะต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย หรืออาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติควรจะได้พิจารณาควบคู่กันไปกับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาถึงปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันก่อนที่จะดำเนินการ ทั้งนี้เพราะอันปลายของวัตถุประสงค์ในการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม กับวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมและรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมก็คือ เพื่อให้ประชาชนมีความสุขในการดำรงชีวิต และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมไม่อาจนำความผาสุกอย่างแท้จริงมาสู่ประชาชน

การวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีงานวิจัยหลายเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เช่นในปี ๒๕๑๖ - ๒๕๑๘ พิชิต สกุลพรหม และคณะ^{๔๓} ได้ทำการวิจัยเรื่องฝุ่นและแบคทีเรียในอากาศปนเปื้อนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเก็บฝุ่นตัวอย่าง ๔๐ แห่งจากพื้นที่ ๒๑๖ ตารางกิโลเมตรในกรุงเทพมหานครมาศึกษา ปรากฏว่า

^{๔๓} พิชิต สกุลพรหม และคณะ, " ฝุ่นและแบคทีเรียในอากาศปนเปื้อนในเขตกรุงเทพมหานคร " (วิจัยคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ๒๕๑๖ - ๒๕๑๘).

อัตราการตกลงของฝุ่นในฤดูฝนสูงที่สุด และในฤดูร้อนต่ำที่สุดจาก ๑.๕๐ ถึง ๓.๑๒ ตัน ต่อตารางกิโลเมตรต่อเดือน อากาศที่เก็บจากยานการคามีจำนวนแบคทีเรียมากที่สุด และอากาศที่เก็บมาจากบริเวณที่ทำการเพาะปลูก มีจำนวนแบคทีเรียน้อยที่สุด สหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นที่แขวนลอยกับค่าทางจุลชีววิทยาคือ จำนวนของฝุ่นแขวนลอยไม่มี สหสัมพันธ์กับอุณหภูมิความชื้นและลมอย่างมีนัยสำคัญ

ใน พ.ศ. ๒๕๐๖ ปรียา จันทรเวทิน^{๔๔} ได้ทำการวิเคราะห์เข้ามาจากควันของยานพาหนะต่าง ๆ จากอากาศ พบว่าเข้ามาจากรถประจำทางบางคันมีสาร เบนโซไพเร็น ๓, ๔ (Benzopyrene) สูงคิดเป็น ๒๕ - ๔๕ พี พี เอ็ม ซึ่งตามปกติควรมีเพียง ๑ พี พี เอ็ม เท่านั้น สำหรับรถยนต์ที่ใช้เบนซิน หรือสามล้อเครื่องที่มีควันมาก ๆ พบว่ามีเบนโซไพเร็นสูงถึง ๑๑๐ - ๑๔๕ พี พี เอ็ม สำหรับในอากาศปรากฏว่าระยะเดือน มีนาคม - เมษายน ในเขม่าที่เก็บได้มีสารดังกล่าวจำนวน ๑.๕ ไมโครกรัมต่ออากาศ ๕๕๐, ๕๖๐ ลูกบาศก์ฟุต แสดงว่าอยู่ในระดับอันตราย เพราะตามมาตรฐานถือว่าระดับที่เป็นอันตรายคือจำนวน ๑๐ ไมโครกรัมต่ออากาศ ๑ ล้านลูกบาศก์ฟุต ขึ้นไป

ในคานปัญหาน้ำเสีย สุภาพ คล้ายแก้ว^{๔๕} ได้ศึกษาพบว่า สิ้น พ.ศ. ๒๕๑๔ มีโรงงานอุตสาหกรรมทั่วพระราชอาณาจักร ๕๒,๐๐๐ โรง แยกออกเป็น ๔๘ ประเภท มี ๔๒ ประเภทที่ปล่อยน้ำลงแม่น้ำลำคลองทำให้เกิดเน่าเสีย เป็นจำนวนถึง ๑๑,๐๐๐ โรง

^{๔๔} เอ็ม ฌ บางช้าง, " อากาศเสียและน้ำเสียในประเทศไทย " อันตรายจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ คณะแพทยศาสตร์วชิรมาชิบที่ ๒๕๑๖, หน้า ๕- ๒๖.

^{๔๕} สุภาพ คล้ายแก้ว, " การป้องกันและควบคุมสภาพแวดล้อมในประเทศไทย, วิทยานิพนธ์, พบ.ม. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ๒๕๐๖.



จากการสำรวจแม่น้ำแม่กลองของฝ่ายควบคุมน้ำเสีย กองอนามัยสิ่งแวดล้อม^{๕๖} พบว่าสาเหตุที่ทำให้ น้ำเสีย เนื่องมาจากน้ำโสโครกจากโรงงานน้ำตาล ๕ โรง และ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นน้ำจากการควบแน่นน้ำล้างเครื่อง และน้ำ ล้างพื้น น้ำนี้มีอุณหภูมิสูงและมีคุณสมบัติเป็นกรดและมีน้ำมันลอยปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก สรุปว่าโรงงานน้ำตาลทั้ง ๕ โรง ระบายน้ำโสโครกลงในแม่น้ำดังกล่าวเทียบเคียงได้กับน้ำ โสโครกจากประชาชนไม่ต่ำกว่า ๑.๕ ล้านคน

* ในพ.ศ. ๒๕๑๗ สุรพล สายพานิช^{๕๗} ได้พบว่าน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะ- หลัง เป็นปัญหาสำคัญของจังหวัดชลบุรี ระยอง และนครราชสีมา เพราะโรงงานประเภท นี้ปล่อยน้ำที่มีความสกปรกสูงมาก เช่นโรงงานที่มีการผลิต ๖๐ คันต่อวัน จะปล่อยน้ำทิ้ง ประมาณ ๒๔๐๐ ต.บ.ม. ต่อวัน ซึ่งมีปริมาณความสกปรกเทียบเท่ากับของเสียที่เกิดจากคน ถึง ๑๕๐,๐๐๐ คน

ในคานเสียงรบกวน ปี พ.ศ. ๒๕๑๖ ภาคินัย อิศรางกูร ณ อยุธยา^{๕๘} และ คณะ ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การสำรวจแหล่งเสียงที่เป็นอันตรายในชุมชน " จากแหล่ง ชุมชน ๖ แห่ง คือ เรือควนเจ้าพระยา ราษฎร์โมสร (ในทศลับ) โรงงานกรองน้ำ ชนบุรี โรงงานสุราย่างยี่ชั้น โรงงานองค์การแก้ว และกรมช่างอากาศ ผลการตรวจ พบว่าทุกแห่งมีระดับเสียงและความถี่สูงกว่าระดับที่ปลอดภัย

^{๕๖} เสริมพล รัตสุข, " ปัญหา น้ำเสียในแม่น้ำแม่กลอง " วิศวกรรมสาร ปีที่ ๒๖ ฉบับที่ ๓ มิถุนายน ๒๕๑๖, หน้า ๕๖ - ๕๗.

^{๕๗} สุรพล สายพานิช, การใช้เครื่องกรองวิธีแอนแอโรบิกเพื่อกำจัดน้ำเสีย จากโรงงานทำแป้งมันสำปะหลัง, วิทยานิพนธ์ วศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.

^{๕๘} ภาคินัย อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ, " การสำรวจแหล่งที่เป็นอันตราย ในที่ชุมชน " สารศิรราช ๒๕ (มกราคม, ๒๕๑๖), หน้า ๔๐ - ๔๕.

✓ วรรณญา จีระวิพุลวรรณ^{๕๘} ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความหนักหูของเสียงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ขณะที่เรียนในอาคารที่มีระดับเสียงต่ำกว่า คิดว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนขณะที่เรียนในอาคารเรียนที่มีระดับเสียงสูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญที่ ๐.๐๑ และ ๐.๐๕ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสองกลุ่ม ซึ่งเรียนในห้องเรียนที่มีความแตกต่างกันในด้านระดับเสียงในขณะที่ทำการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๕ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนในห้องเรียนที่มีระดับเสียงสูง มีอาการปวดศีรษะ ปวดหู คลื่นไส้เล็กน้อย เมื่อเรียน และหงุดหงิด

✓ เฉลิ้มชัย ชัยกิตติพร และคณะ^{๕๐} ได้ศึกษาระดับเสียงจราจรในกรุงเทพมหานคร โดยวัดระดับเสียงของยานพาหนะในถนนสายใหญ่ ๆ ๑๕ สาย จากสถานีตรวจสอบระดับเสียง ๑๓ แห่ง ใช้เครื่องวัดเสียงยี่ห้อ Bruel & Kjaer แบบ ๒๒๐๐ และ ๒๒๐๓ ทำการวัดระหว่างเดือน ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๑๕ วัดวันละ ๔ ครั้ง ทั้งกลางวันและกลางคืน ผลปรากฏว่า ระดับเสียงสูงสุด ๘๕ dBA (S.D = ๔.๑) ระหว่างที่จราจรคับคั่ง และ ๘๓ dBA (S.D=๓.๘) ระหว่างเวลากลางคืน ซึ่งตัวเลขเหล่านี้สูงกว่าค่าที่ปลอดภัย (ระดับมาตรฐานของ NEPA อเมริกาในเรื่องการควบคุมเสียง ซึ่งประกาศในปี พ.ศ. ๒๕๑๕ มีค่า ๕๕ dBA)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

* ๕๘ วรรณญา จีระวิพุลวรรณ, " ความหนักหูของเสียง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน " (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), ๒๕๑๘.

๕๐ เฉลิ้มชัย ชัยกิตติพรและคณะ, " ระดับเสียงจราจรในกรุงเทพมหานคร " (วิจัยกระทรวงสาธารณสุข ๒๕๑๘).

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมกับการศึกษานั้นว่ายังมีน้อยมาก เพราะประชาชนเพิ่งจะเริ่มตื่นตัวถึงภัยและสิทธิของตนเกี่ยวกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม เป็นใจเลาหะวนิช^{๕๑} ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การศึกษาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย " ได้เสนอแนะไว้ว่าการศึกษาร่วมสิ่งแวดล้อมควรกระทำทั้ง ระบบในและนอกโรงเรียน ย้ำให้ประชาชนให้เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ทักษะคติ และความรับผิดชอบเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะสำหรับการบรรลุนโยบายทางการศึกษาสิ่งแวดล้อมคือ ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้ทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ รัฐบาลดำเนินการจัดตั้งสำนักงานกลาง เพื่อรับผิดชอบเกี่ยวกับกิจกรรมการศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยตรง

เฉลิมรัฐ ชัมพานนท์^{๕๒} กล่าวว่า " การให้การศึกษาวิชาสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์ให้ประชาชนพลเมืองได้ตื่นตัว และเข้าใจปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบ "

การวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในต่างประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาสิ่งแวดล้อมเริ่มตั้งแต่ ปี ค.ศ. ๑๙๖๔ โดยวิจัยในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental Science)

^{๕๑} เป็นใจ เลาหะวนิช, " การศึกษาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย " (วิจัยคณะสังคมและมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๑๕).

^{๕๒} เฉลิมรัฐ ชัมพานนท์, การศึกษาวิชาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย วารสารพัฒนบริหารศาสตร์ ปีที่ ๑๕ เล่มที่ ๓ กรกฎาคม ๒๕๑๔.

นิเวศวิทยา (Ecology) และการศึกษาสิ่งแวดล้อม (Environmental Education) งานวิจัยที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทั่วไป ทักษะ การจัดการศึกษา และกิจกรรมการสอนสิ่งแวดล้อม

ซารอน^{๕๓} ได้ศึกษาข้อเขียนต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม แล้วคัดเลือกควยเกณฑ์ที่ว่าสามารถอ่านเข้าใจได้ ไม่มีศัพท์เทคนิคมากเกินไป มีความเชื่อถือ ทันสมัย และผู้เขียนมีชื่อเป็นที่รู้จัก จัดทำเป็นคู่มือสำหรับใช้อภิปรายกลุ่มเรื่องปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ๑๐ ตอน คือ ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยา ประชากรมากเกินไป อากาศเป็นพิษ น้ำเสีย อันตรายจากสารเคมี และยากำจัดโรคพืช ภัยจากนิวเคลียร์ ชยะ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เสี่ยงรบกวน การปฏิบัติตนของประชาชน คู่มือนี้ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ประโยชน์ ๘ ใน ๑๐ หน่วยงานที่ทำการสำรวจ

มีโคว์ และคณะ^{๕๔} ได้ศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ และรายงานว่ามีมนุษย์กระทำให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่สิ่งแวดล้อม มนุษย์ก็จะต้องได้รับผลกระทบกระทำในไม่ช้า ความเป็นพิษจะส่งผลกระทบไปไกล กระบวนการนิเวศวิทยาที่ช่วยบรรเทาความรุนแรงจะทำให้มนุษย์อยู่ในความประมาท นอกจากนี้ มีโคว์และคณะ ยังได้รายงานถึงผลของดีดที่ที่ไซแล้ว จะหมุนเวียนไปอยู่ในดิน น้ำ อากาศ สัตว์ พืช และมนุษย์ สหรัฐอเมริกา

^{๕๓} Mark M. Sharron, The Problems of Environmental Management : A Manual Designed for Group Discussion, Including a Preliminary Program of Evaluation, Unpublished Ed. Dissertation, New York University, 1972.

^{๕๔} Meadow, Donella et. al, The Limits to Growth, Washington, D.C., Potomac Associate Book, 1972.

ได้ออกกฎหมายห้ามใช้ คีซีที ในปี ค.ศ. ๑๙๗๑ คาดว่าจะเลิกใช้ไคอย่างสิ้นเชิงใน
ปี ค.ศ. ๒๐๐๐

พอนเซเลียส^{๕๕} พบว่าการเททิ้งของเสีย พวกอินทรีย์สารลงในทะเลบัลติก ซึ่ง
มีการหมุนเวียนของน้ำเพียงเล็กน้อย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว
บางบริเวณพบว่า เมื่อตรวจจลึกลงไปปริมาณออกซิเจนจะลดลงจนถึงศูนย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตไม่อาจ
อาศัยอยู่ได้เลย

อีเวอร์สัน^{๕๖} ไคหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม กับความเอาใจ
ใส่เป็นธุระ (Concerning) ต่อสิ่งแวดล้อม โดยออกแบบทดสอบเป็น ๒ ชุด ชุดแรก
ถามเกี่ยวกับความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เทคโนโลยี และการเพิ่มของประชากร ชุดที่
สองถามเกี่ยวกับทัศนคติ ความคิดเห็นที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ประชากรเป็นนักเรียนมัธยม-
จำนวน ๒๕๖ คน ผลการวิจัยพบว่าความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและความเอาใจใส่ เป็นธุระต่อ
สิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

จอห์นสตัน^{๕๗} ไคทำการวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติ และความเห็นของครู ผลการวิจัย
ไคพบว่า ครูที่สอนวิทยาศาสตร์และครูที่สอนวิชาอื่น ๆ มีความเห็นเหมือนกันว่า ครูควรมี

^{๕๕} Stig H. Fonselius, " Stagnant Sea " Environment
July - August 1970 in Meadows, D.H. et al op.cit p. 84.

^{๕๖} Iverson, Ross L., An Analysis of the Interrelation
of Environmental Knowledge and Environmental Concern Unpublished
Ed.D. Dissertation, University of Montana, 1975.

^{๕๗} Johnston, James B. " A Taxonomy and Statistical Analysis
of Opinions, Attitudes, Scope and Selected Content Areas of Environ-
mental Education in Mississippi " Dissertation Abstracts International
Vol. 34, No. 8, 1974 pp. 4911 - 2 A.

บทบาทสำคัญในการควบคุมความสกปรกเป็นพิษของสิ่งแวดล้อมได้ เพราะครูเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับเด็ก ครูทั้ง ๒ ประเภท เชื่อว่า วิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมได้เกิดขึ้นแล้ว โรงเรียนควรให้เด็กได้เรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นช่องทางในการแก้ปัญหา วิธีการสอนแบบอภิปรายในชั้น เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้สอน หลักสูตรควรมีเรื่อง น้ำ อากาศ การอนุรักษ์ธรรมชาติ

วินสตัน^{๕๕} ได้ศึกษาเปรียบเทียบการรับรู้ หรือตระหนักในปัญหา (Awareness) กับการปฏิบัติจริง เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมว่า มีความสัมพันธ์กันเพียงใด โดยทำการวิจัยกับนักเรียนมัธยมในชิคาโก ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนยอมรับและมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม แต่การยอมรับและการมีความรู้ ไม่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

^{๕๕} Babara J. Winston, " The Relationship of Awareness to Concern for Environmental Quality Among Selected High School Students " Dissertation Abstracts International, Vol. 35, No.6, 1974, pp. 3412 - 3 A.