09R2-12

การชะลอมลสารในชั้นดินปกคลุมหลุมซึมภายใต้สภาวะน้ำท่วมขัง

Pollutant Retardation in Soil Cover of Seepage Pits Under Flooding Conditions

นันทณัฐ ศรีไพรวรรณ[1*] จรียา ยิ้มรัตนบวร[2] และ นเรศ เชื้อสุวรรณ[3]

Nanthanat Sripraiwan[1*] Jareeya Yimrattanabovorn[2] and Nares Chuersuwan[3]

Received 30 December 2005 ; received in revised form 24 February 2006 ; accepted 27 February 2006

บทคัดย่อ

เหตุการณ์น้ำท่วมขังที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเกิดจากการการวางแผนการระบายน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นหลัก จะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากหลุมซึม โดยน้ำเสียจากหลุมซึมจะแพร่ซึมผ่านชั้นดินออกมารวมกับน้ำผิวดินที่ท่วมขังเหนือพื้นที่ในสภาวะน้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคขึ้นกับคนที่มีโอกาสจะสัมผัสกับน้ำนั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเลือกชนิดของดินที่นำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึมที่เหมาะสม การศึกษาวิจัยได้ทำการศึกษาชนิดของดินทั้งหมด 8 ชนิด โดยทำการวัดลักษณะสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษในน้ำเสียจากหลุมซึมของดินชนิดต่างๆ จากนั้นนำมาประเมินชนิดของดินและความหนาของชั้นดินที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึมและเปรียบเทียบโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในสภาวะน้ำท่วมขัง ผลการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินแต่ละชนิด พบว่า ส่วนประกอบของดิน ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ความหนาแน่นแห้ง ค่าอัตราส่วนช่องว่าง ค่าความพรุน ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษในน้ำจากหลุมซึมของดินชนิดต่างๆ โดยประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของดินจะแปรผันตามระยะเวลาเก็บกักน้ำในชั้นดินและค่าความถ่วงจำเพาะของดิน แต่เป็นปฏิภาคผกผันกับอัตราการไหลและค่าอัตราส่วนช่องว่าง ค่าความพรุน ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านและขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน จากการศึกษาพบว่าชนิดของดินที่มีส่วนประกอบเป็นดินเหนียว จะมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม ในการประเมินความหนาของชั้นดิน พบว่า ดินเหนียวต้องการความหนาของชั้นดินที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.43 เมตร และดินทรายหยาบต้องการความหนาของชั้นดินเท่ากับ 20.44 เมตร เมื่อทำการประเมินโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคภายใต้สภาวะน้ำท่วมขัง พบว่าดินทรายหยาบเป็นดินที่มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงที่สุดและต่ำที่สุดในดินเหนียว

คำสำคัญ : หลุมซึม; ชั้นดินปกคลุม; น้ำท่วมขัง; ส่วนประกอบของดิน

[1*]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000;

[2]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000;

[3]อาจารย์ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000;

[*]โทรศัพท์ : 0-4372-1728, โทรสาร : 0-4374-3135, e-mail : Nanenvi_eng@hotmail.com, sensory_nun@yahoo.com

Abstract

Unsuitable water drainage planning thoughtfully causes a flooding in several areas of Thailand. Flood can subsequently cause wastewater with pathogenic micro-organisms passing from seepage pits. The micro-organisms will percolate to topsoil and mix with water under flooding conditions. These conditions will be harmful to human health if people come to contact with flooding water contained pathogenic micro-organisms. To minimize this problem is to use suitable soil cover of seepage pits under flooding conditions. Eight different types of soil were studied and measured physical characteristics, pollutants removal efficiency from wastewater of seepage pits. Experimented Data were used for evaluating suitable soil type and its thickness as a material covering seepage pits and comparing the possible health risk under flooding conditions. Results suggested that soil component, specific gravity, dry density, void ratio, porosity, permeability coefficient and average size of each soil have effects on pollutants removal efficiency. Wastewater from seepage pits increased with retention time of soil layer and specific gravity of the soil. However it decreased as flow rate, void ratio, porosity, permeability coefficient and average size of each soil increased. Clay had the highest removal efficiency for total coliforms and fecal coliforms. The suitable thickness of clay as soil cover of seepage pits was as least 0.43 m while coarse sand required as much as 20.44 m. The risk of causing diseases was highest for coarse sand.

Keywords : seepage pits; soil cover; flooding; soil component

คำนำ

ปัญหาน้ำท่วมขังที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มีสาเหตุมาจากการขาดการวางแผนระบายน้ำที่เหมาะสม ทำให้มีปริมาณน้ำมากเกินความสามารถในการรองรับของเขื่อน จึงต้องมีการระบายน้ำออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติเป็นผลทำให้แม่น้ำ คู คลองต่างๆ มีระดับน้ำสูงขึ้นจนเกิดการไหลท่วมเข้าสู่พื้นที่พักอาศัยและพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของประชาชน ก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมขัง ส่งผลกระทบทางสังคมและสุขภาพต่อประชากรจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่เขตเมืองปัญหาที่เกิดตามมาจากเหตุการณ์น้ำท่วม คือเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากระบบกำจัด และบำบัดสิ่งปฏิกูลในสภาวะน้ำท่วมขังซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารต่างๆ เช่น โรคอหิวาต์ ไข้รากสาด บิด อุจจาระร่วงและอาหารเป็นพิษ รวมถึงโรคพยาธิต่างๆเป็นต้น แหล่งที่มาของเชื้อโรคเหล่านี้คือ หลุมซึม เนื่องจากน้ำในหลุมซึมจะแพร่ซึมผ่านชั้นดินออกมารวมกับน้ำผิวดินที่ท่วมขังเหนือพื้นที่ และเป็นสาเหตุทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากหลุมซึมมาสู่คนที่มีโอกาสจะสัมผัสกับน้ำนั้นได้ จากปัญหาดังกล่าววิธีการหนึ่งซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ โดยการเลือกชนิดของดินที่นำมาเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึมที่เหมาะสม ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของดินที่นำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึม และประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของดินชนิดต่างๆ เพื่อนำมาประเมินชนิดของดินและความหนาของชั้นดินที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึม และทำการเปรียบเทียบโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงน้อยที่สุดต่อการเกิดโรคในสภาวะน้ำท่วมขัง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ทำการจำแนกชนิดของดินออกเป็น 8 ชนิดตามมาตรฐาน ASTM D 2487-98 (ASTM, 2000) ได้แก่ 1. ดินทรายหยาบ 2. ดินทรายคละ หมายถึง ดินทรายหยาบร่วมกับดินทรายละเอียด 3. ดินทรายละเอียด 4. ดินพื้นที่ หมายถึง ดินบริเวณอาคารศูนย์เครื่องมือ 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 5. ดินทรายหยาบร่วมกับดินเหนียว 6. ดินทรายคละร่วมกับดินเหนียว 7. ดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียว 8. ดินเหนียว หมายถึงดินจาก อ.ด่านเกวียน จ.นครราชสีมา อัตราส่วนของดินแต่ละชนิดที่มีการนำมาผสมรวมกันคือ ร้อยละ50 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ทำให้ได้ความหนาแน่นแห้งของตัวอย่างดินสูงที่สุด เป็นเหตุให้สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของดินผสมมีค่าต่ำที่สุด [2]

2. วิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างดินโดยอ้างอิงข้อกำหนดวัสดุ ASTM เป็นหลัก โดยจะทำการศึกษาส่วนประกอบของดิน (ASTM D-421, D-422) ความหนาแน่นแห้ง (D-558, D-698, D-1557) ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (D-854) ค่าอัตราส่วนช่องว่างและค่าความพรุน ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (D-2434-68) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน [3]

3. เตรียมตัวอย่างดินด้วยการบดอัดดิน โดยอ้างอิงข้อกำหนดวัสดุ ASTM D-588, D-698 และ D-1557 เพื่อนำมาหาค่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสม และค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด ซึ่งเป็นจุดที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านต่ำที่สุดในแต่ละตัวอย่างดิน เพื่อนำมาคำนวณหาน้ำหนักดินแห้งที่ใช้บรรจุลงในกระบอกทดสอบ

4. นำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นจากบ่อเกรอะของหอพักสุรนิเวศ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา ลักษณะสมบัติของน้ำเสียดังแสดงในตารางที่ 1 ใส่ลงในกระบอกทดสอบซึ่งมีขนาดดังแสดงในรูปที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้งก่อนและหลังการกรองผ่านตัวอย่างดินในแต่ละชุดการทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของดิน โดยทำการวิเคราะห์ค่าซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายทั้งหมด ความขุ่น โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม พีเอช และอุณหภูมิ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ [4]

5. การวิเคราะห์ข้อมูล นำผลการทดลองที่ได้มาประเมินความหนาของชั้นดินที่เหมาะสมโดยใช้สมการที่ (1)

$$\frac{C}{C_0} = \left[erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \qquad (1)$$

โดยที่ $erfc$ = Complementary Error Function

C = ความเข้มข้นของมลสารหลังออกจากระบบ, มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ค่าซีโอดีที่ผ่านมาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2 [5] มีค่าเท่ากับ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

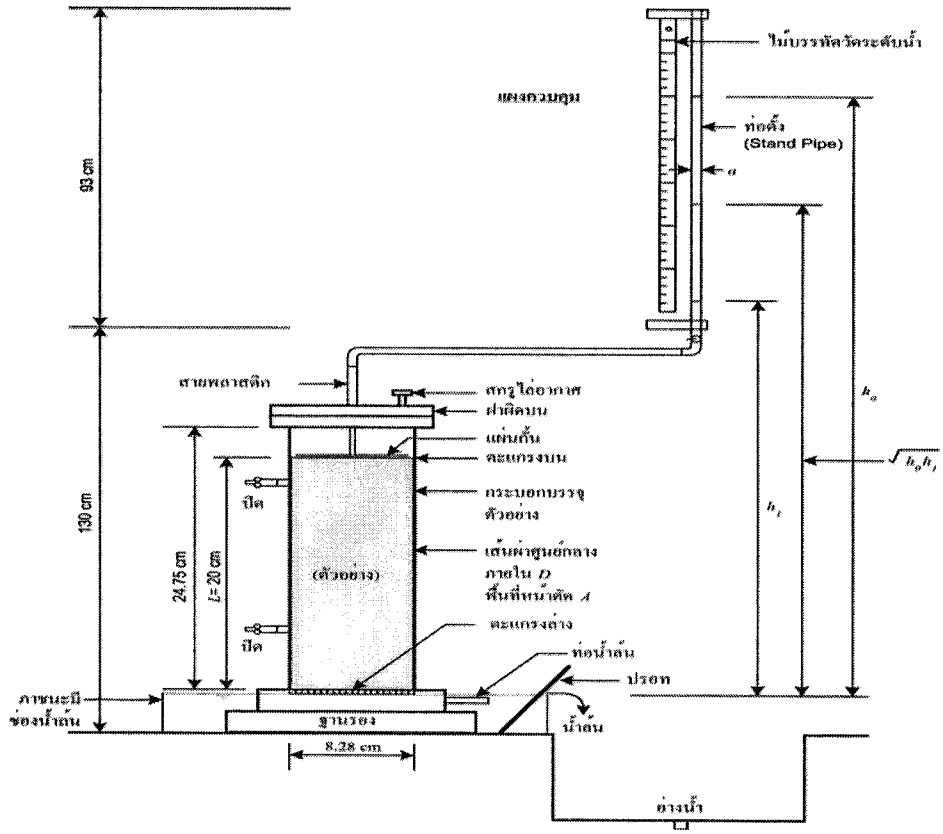
C_0 = ความเข้มข้นของมลสารก่อนเข้าสู่ระบบ, มิลลิกรัมต่อลิตร

x = ช่วงความยาวของการไหลซึม, เซนติเมตร

D = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย, ตารางเซนติเมตรต่อวินาที

t = ระยะเวลาการเคลื่อนที่ของมลสาร, วินาที

นำค่าที่ได้จากการคำนวณปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มที่ออกจากชุดทดลองของดินแต่ละชนิด เพื่อนำมาหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มกับค่าประมาณการได้รับต่ำสุดที่ก่อให้เกิดโรคในร่างกาย (MID) แล้วนำมาประเมินเพื่อเปรียบเทียบโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคโดยระบบหลุมซึมนั้น โดยอ้างอิงค่าฟีคัลโคลิฟอร์มชนิด *Escherichia coli* ซึ่งมีค่าประมาณการได้รับต่ำสุดที่ก่อให้เกิดโรคในร่างกาย (MID) เท่ากับ 10^6-10^8 [6]



รูปที่ 1 แผนผังกระบอกทดสอบ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินตัวอย่าง

จากผลการทดลองส่วนประกอบของดินพบว่าสามารถแบ่งชนิดของดินตัวอย่างออกเป็น 8 ชนิดดังแสดงในตารางที่ 2 โดยดินทั้ง 8 ชนิดมีค่าอัตราส่วนช่องว่างและความพรุน สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ดินทรายหยาบ ดินทรายคละ ดินทรายละเอียด ดินพื้นที่ ดินทรายหยาบร่วมกับดินเหนียว ดินทรายคละร่วมกับดินเหนียว ดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียว และดินเหนียว ส่วนค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด และค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างดินจะแปรผกผันกับลักษณะสมบัติทางกายภาพที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินมีผลต่ออัตราการไหลและระยะเวลาเก็บกักน้ำของตัวอย่างดินแต่ละชนิดในกระบอกทดสอบ โดยที่ดินทรายหยาบมีอัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 7.978 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที และระยะเวลาเก็บกักน้อยที่สุดเท่ากับ 2 นาที 36 วินาที ขณะที่ดินเหนียวมีอัตราการไหลต่ำที่สุดเท่ากับ 0.002 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที และระยะเวลาเก็บกักมากที่สุดเท่ากับ 3 วัน 3 ชั่วโมง 29 นาที 24 วินาที

ตารางที่ 1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นจากบ่อเกรอะ หอพักสุรนิเวศ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ก่อนผ่านชุดทดลอง

ลักษณะน้ำเสีย	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	430.5±150.5
ของแข็งทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	594.8±92.2
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	145.9±74.0
ของแข็งละลายทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	448.9±48.3
ความขุ่น (เอ็นทียู)	84.6±22.3
โคลิฟอร์มทั้งหมด (จำนวนต่อ100 มิลลิลิตร)	1.77E+08±1.44 E+07
ฟีคัลโคลิฟอร์ม (จำนวนต่อ100 มิลลิลิตร)	6.17E+06±9.29 E+05
พีเอช	7±0.16
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	24.9±2.17

2. ประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของดิน

จากผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าดินเหนียวมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายทั้งหมดและความขุ่น สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.40, 74.72, 91.39, 71.20, 99.68 ตามลำดับ และต่ำสุดในดินทรายหยาบเท่ากับร้อยละ 45.68, 17.54, 58.20, 10.48, 86.20 ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบค่าความแตกต่างทางสถิติโดยการทดสอบ t-test ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายทั้งหมดและความขุ่น ของดินตัวอย่างทั้ง 8 ชนิด พบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์ในรูปของโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่าดินเหนียวมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับร้อยละ 98.56 และ 99.99 ตามลำดับ และต่ำสุดในดินทรายหยาบเท่ากับร้อยละ 7.51 และ 7.66 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่านอกจากจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะสมบัติทางกายภาพต่างๆของดินแล้ว ตัวอย่างดินที่มีปริมาณดินเหนียวเป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์ในรูปโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเกือบ 3 เท่าของตัวอย่างดินซึ่งไม่มีดินเหนียวเป็นส่วนประกอบ เช่นตัวอย่างดินทรายหยาบ ดินทรายคละและดินทรายละเอียด ซึ่งเนื่องมาจากดินเหนียวมีขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินน้อยที่สุดทำให้มีประสิทธิภาพในการกรองจุลินทรีย์ได้ดี เมื่อนำค่าประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มของดินทั้ง 8 ชนิดพบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. การประเมินความหนาของชั้นดิน

จากผลการคำนวณพบว่าความหนาของชั้นดินซึ่งทำให้น้ำที่ซึมผ่านชั้นดินชนิดต่างๆออกมาสามารถมีคุณภาพผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 [5] โดยดินเหนียวต้องการความหนาของชั้นดินน้อยที่สุดเท่ากับ 0.43 เมตร รองลงมาคือดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียวเท่ากับ 0.70 เมตร ดินทรายหยาบต้องการความหนาของชั้นดินสูงสุดเท่ากับ 20.44 เมตร ส่วนดินชนิดอื่นจากการประเมินจะมีความหนาอยู่ในช่วง 10.58-0.88 เมตร ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3

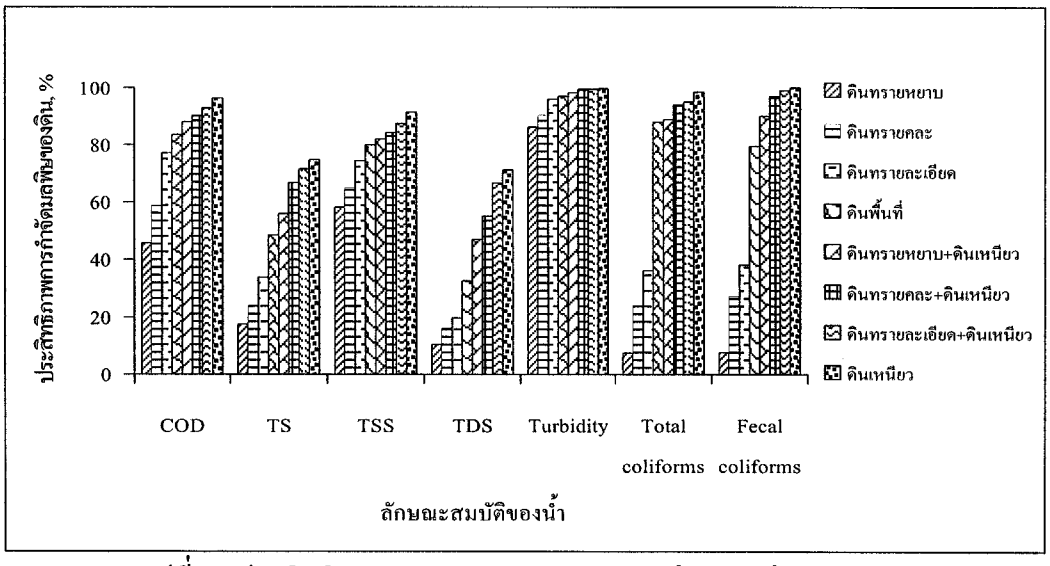
ตารางที่ 2 ผลการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างดิน

ชนิดของดิน	ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความถ่วงจำเพาะ	อัตราส่วนช่องว่าง	ความพรุน	สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (เซนติเมตรต่อวินาที)	ขนาดเฉลี่ยเม็ดดิน (เซนติเมตร)
ดินทรายหยาบ	1.81	2.600	0.436	0.304	4.39E-04	2.65E-03
ดินทรายคละ	1.85	2.615	0.411	0.291	1.14E-04	1.50E-03
ดินทรายละเอียด	1.89	2.622	0.384	0.278	5.63E-05	1.18E-03
ดินพื้นที่	1.93	2.629	0.361	0.265	2.67E-06	2.84E-04
ดินทรายหยาบร่วมกับดินเหนียว	1.99	2.642	0.325	0.245	6.62E-07	1.68E-04
ดินทรายคละร่วมกับดินเหนียว	2.02	2.657	0.312	0.238	4.90E-07	1.55E-04
ดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียว	2.04	2.685	0.310	0.237	3.00E-07	1.22E-04
ดินเหนียว	2.08	2.709	0.298	0.230	1.10E-07	7.88E-05

หมายเหตุ: อุณหภูมิน้ำ 25 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นน้ำ 0.99707 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ความหนืดน้ำ 0.0089 กรัมต่อเซนติเมตร

4. การประเมินโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค

จากผลการประเมินโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากระบบหลุมซึมในสภาวะน้ำท่วมขัง พบว่าดินทรายหยาบเป็นดินที่มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงที่สุดและดินเหนียวมีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่ำที่สุด และพบว่าในดินที่มีอัตราส่วนปริมาณดินเหนียวในตัวอย่างดินสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของดินจะมีค่ามากขึ้น และมีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคน้อยลงกว่า 3 เท่าของตัวอย่างดินที่ไม่มีดินเหนียวเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของตัวอย่างดินแต่ละชนิด

ตารางที่ 3 การประเมินความหนาของชั้นดิน

ชนิดของดิน	ความหนาชั้นดิน (เมตร)
ดินทรายหยาบ	20.44
ดินทรายคละ	10.58
ดินทรายละเอียด	7.84
ดินพื้นที่	1.81
ดินทรายหยาบร่วมกับดินเหนียว	0.99
ดินทรายคละร่วมกับดินเหนียว	0.88
ดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียว	0.70
ดินเหนียว	0.43

สรุปผล

จากการศึกษาวิจัยได้ทดสอบตัวอย่างดิน 8 ชนิดที่จะนำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึมได้แก่ ตัวอย่างดินทรายหยาบ ดินทรายคละ (ดินทรายหยาบร่วมกับดินทรายละเอียด) ดินทรายละเอียด ดินพื้นที่ ดินทรายหยาบร่วมกับดินเหนียว ดินทรายคละร่วมกับดินเหนียว ดินทรายละเอียดร่วมกับดินเหนียว และดินเหนียว โดยทำการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ส่วนประกอบของดิน ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ความหนาแน่นแห้ง ค่าอัตราส่วนช่องว่าง ค่าความพรุน และค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน พบว่าลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายทั้งหมด ความขุ่นและจุลินทรีย์ในรูปโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มจากน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดขั้นต้นจากบ่อเกรอะ และเมื่อนำมาประเมินความหนาของชั้นดิน พบว่าความหนาของชั้นดินเหนียวที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นชั้นดินปกคลุมบริเวณหลุมซึม ต้องการความหนาของชั้นดินน้อยที่สุด คือ 0.43 เมตร และดินทรายหยาบต้องการความหนาของชั้นดินสูงสุดคือ 20.44 เมตร ในการประเมินโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในระบบหลุมซึมภายใต้สภาวะน้ำท่วมขัง พบว่าดินทรายหยาบเป็นดินที่มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงที่สุด และดินเหนียวมีโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่ำที่สุด และพบว่าเมื่อดินมีอัตราส่วนของดินเหนียวในตัวอย่างดินเพิ่มขึ้นจะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ ซึ่งจากผลดังกล่าวควรนำไปศึกษาวิจัยเพื่อหาส่วนประกอบและอัตราส่วนการผสมดินที่เหมาะสม เพื่อทำให้ชั้นดินมีประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษดีที่สุดและสามารถนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติได้ เนื่องจากการทดลอง พบว่าเมื่ออัตราส่วนปริมาณดินเหนียวในตัวอย่างดินสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษของตัวอย่างดินจะมากขึ้นโดยเฉพาะประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

[1] America Society for Testing and Materials. 2000. **Annual book of ASTM Standard.** (37th edition) West conshohocker. USA.

[2] Krutov, V.I. and Kovalev, A.S. 1997. **Accelerated Method of Determining the Compaction Characteristics of Soils of Nonuniform composition**. Soil Mechanic and Foundation Engineering. 2: 7-10.

[3] สถาพร ดูวิจิตรจารุ 2541. **ทดลองปฐพีกลศาสตร์.** (พิมพ์ครั้งที่1) รุ่งแสงการพิมพ์: กรุงเทพฯ

[4] APHA, AWWA and WPCF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (18th edition).** American Public Health Association Inc. Washington D.C.

[5] คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2537. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน**. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16ง. กรุงเทพฯ

[6] Bitton, Gabriel. 1994. **Wastewater Microbiology.** A John Wiley & Sons, INC. New York.