

## บทที่ 2

### การศึกษาในอดีตเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของมวลน้ำในอ่าวไทย

ในอดีตที่ผ่านมาพบว่าได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำทะเลในอ่าวไทยมากมาย โดยที่นักวิจัยแต่ละท่านนั้นได้มีแนวความคิดและวิธีการในการศึกษาที่ต่างกัน เช่น การศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำทะเลโดยวิธีการออกสำรวจ และทำการตรวจวัดโดยตรง การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทำนายรูปแบบการไหลเวียนกระแสไฟฟ้า เป็นต้น และจากแนวความคิดรวมถึงวิธีการที่ใช้ในการศึกษาที่ต่างกันในครั้งนี้จึงมีผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มานั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งพอที่จะสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

#### 2.1 กระแสไฟฟ้าในอ่าวไทยจากการสำรวจทางสมุทรศาสตร์

จากการตรวจสอบข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ของอ่าวไทยเท่าที่มีมา พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า และลักษณะของมวลน้ำในอ่าวไทยอย่างเป็นระบบเริ่มมาตั้งแต่ Naga Expedition โดย Robinson (1974) เป็นคนแรกที่อธิบายถึงกระแสไฟฟ้าในอ่าวไทย ว่าประกอบด้วยอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ลม และความหนาแน่นของน้ำ จากการสำรวจของ Naga ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามวลน้ำความเค็มสูงอุณหภูมิต่ำจากทางเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือไหลเข้ามาสู่อ่าวไทยทุกระดับแต่เข้าได้ไม่ไกลนัก และที่ระดับผิวมีน้ำไหลออกทางฝั่งตะวันตกของอ่าว น้ำที่ไหลออกส่วนใหญ่มาจากอ่าวไทยตอนบนมีทิศไปทางตะวันออกเฉียงใต้ตามแกนกลางอ่าวและมีส่วนหนึ่งวนไปทางตะวันออกและขึ้นไปทางเหนือ โดยที่การไหลส่วนใหญ่จะแผ่ลงมาทางใต้และวกไปทางตะวันออกเฉียงเหนือแล้ววกลงทางใต้อย่างรวดเร็วออกจากอ่าวไทยฝั่งตะวันตก และในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าอ่าวไทยทั้งสองฝั่ง แต่การไหลเข้าทางฝั่งตะวันออกที่ระดับผิวและ 30 เมตร เข้าได้ไม่ไกลนัก ส่วนทางฝั่งตะวันตกห่างฝั่งโกตาบารูทุกระดับ สัมพันธ์กันกับการไหลทวนเข็มนาฬิกาจากอ่าวของมวลน้ำทางตะวันตกเฉียงใต้ของแหลมคาเมา ที่ระดับ 50 เมตร มีความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างมวลน้ำแบ่งการไหลเป็น 2 วงวน โดยตอนในไหลตามเข็มนาฬิกาไหลทวนเข็มนาฬิกา มีการปะทะ (Front) ทางตะวันออกของอ่าวไทยและไหลแยก (Divergent) ทางด้านตะวันตกของอ่าว นอกจากนี้ข้อมูล GEK (Geoelectrokinetograph) และ

การล่องลอยของเรือที่ผิวหน้า โดยเฉลี่ย 3 เดือนต่อพื้นที่ทุกๆ 1 องศา จาก Siripong (1985) ได้แสดงการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยที่ระดับผิว ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำมีทิศไหลจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทยทางฝั่งตะวันออก วนทวนเข็มนาฬิกา และไหลออกทางฝั่งตะวันตก ส่วนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำมีทิศไหลเข้าสู่อ่าวไทยทางฝั่งตะวันตก วนตามเข็มนาฬิกาและไหลออกทางฝั่งตะวันออก ต่อมาได้มีการใช้ Argos Bouys และข้อมูลกระแสน้ำจาก GEK และการล่องลอยของเรือที่ผิวหน้า ซึ่งวิจัยโดย Tomosada and Srisaengthong (1990) ได้ทำการเฉลี่ยกระแสน้ำรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ซึ่งแบ่งพื้นที่เป็น 4 ส่วน (รูป 3) บริเวณพื้นที่ A พบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกและกระแสน้ำมีความเร็วช้าลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปในทิศตะวันตกเฉียงใต้ (รูป 4.1) ในพื้นที่ B พบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และกระแสน้ำมีความเร็วช้ากว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย (รูป 4.2) ในพื้นที่ C ซึ่งเป็นบริเวณกลางอ่าวไทย พบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้แต่มีบางช่วงเวลาที่กระแสน้ำไหลไปทางทิศเหนือ ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือแต่มีบางช่วงเวลาที่กระแสน้ำไหลไปทางทิศใต้ (รูป 4.3) และในพื้นที่ D ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบนที่ถูกล้อมรอบด้วยชายฝั่งตะวันออกและชายฝั่งตะวันตก ดังนั้นจึงทำให้เห็นทิศทางกระแสน้ำในแนวเหนือใต้เท่านั้น กล่าวคือในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศเหนือ ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศใต้ (รูป 4.4) และจาก ถาวร พงศ์พิพัฒน์ (2521) อ้างถึงใน วิโรจน์ พินโยภรณ์ (2529) รายงานผลการตรวจกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนว่าเป็นลักษณะของ Tidal Stream มีรูปแบบเป็น Rotary Type ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดกระแสน้ำในอ่าวไทยคือ น้ำขึ้นน้ำลง และปัจจัยอื่นๆ เช่นลม หรือความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อย จากผลการศึกษาพบว่าในบริเวณอ่าวไทยตอนบนอิทธิพลของลมทำให้เกิดกระแสน้ำที่มีความเร็วไม่เกิน 0.5 นอต และพบว่าอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้กระแสน้ำมีความเร็วประมาณ 1.5 ถึง 2.0 นอต ต่อมา คงวัฒน์ นีละศรี (2522) ได้ทำการตรวจวัดกระแสน้ำจากเรือสำรวจสมุทรศาสตร์และรายงานว่าทิศทางของกระแสน้ำที่ผิวน้ำจะมียกเว้นเพียงเบนไปทางขวามือของกระแสลมเป็นมุม 55 องศา และจะเบนมากขึ้นเมื่อความลึกของน้ำมากขึ้นซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีกระแสน้ำที่เกิดจากลมของเอกแมน (Ekman, 1905)

จากนั้นได้มีการศึกษากระแสน้ำในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ใน 4 ฤดูกาล จากข้อมูล กระแสน้ำที่วัดโดย GEK และการร่องลอยของเรือที่ผิวน้ำ โดยอัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2527) ซึ่งได้ รายงานไว้ว่า ในฤดูหนาว หรือช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (มกราคมถึงมีนาคม) รูป 5 จะ เห็นว่ากระแสน้ำไหลเข้ามาในทะเลจีนใต้จากแปซิฟิกและไหลเลียบทางฝั่งทะเลของเวียดนามเข้ามาในอ่าวไทย ในฤดูใบไม้ผลิ หรือช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นฤดูมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ ถึง ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เมษายนถึงมิถุนายน) รูป 6 กระแสน้ำค่อนข้าง แปรเปลี่ยนแต่มีทิศไหลออกจากอ่าวไทยไปสู่ฝั่งทะเลเวียดนาม และจากทะเลจีนใต้ไปทะเลจีน ตะวันออก ในฤดูร้อน หรือช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กรกฎาคมถึงกันยายน) รูป 7 ทิศทาง ของกระแสน้ำเป็นไปในแบบเดียวกับฤดูใบไม้ผลิแต่มีความเด่นชัดและแรงกว่า และสำหรับในฤดู ใบไม้ร่วง หรือช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ถึง ฤดู มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ตุลาคมถึงธันวาคม) รูป 8 กระแสน้ำจากแปซิฟิกไหลเข้ามาสู่ทะเลจีน ใต้ผ่านช่องแคบไต้หวันและลูซอน และไหลเข้ามาสู่อ่าวไทยจากฝั่งทะเลของเวียดนาม โดยเฉลี่ย กระแสน้ำในฤดูหนาวแรงกว่าในฤดูร้อน สำหรับช่วงเปลี่ยนลมมรสุมนั้นกระแสน้ำอ่อนกว่าและมี ทิศทางแปรผันไปมากกว่าฤดูมรสุมตามปกติ ในปีต่อมาได้มีการศึกษากระแสที่ผิวน้ำทะเลใน อ่าวไทย จากการวัดโดย GEK และการร่องลอยของเรือที่ผิวน้ำ โดยอัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2528) ซึ่ง ได้รายงานว่ากระแสน้ำที่ผิวไหลแรงสุดในฤดูหนาวและอ่อนสุดในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม โดยเฉพาะ ในฤดูใบไม้ผลิ กระแสน้ำยังแตกต่างจากกระแสน้ำในแบบที่ว่ากระแสน้ำไหลเป็นวงวนเนื่องจากมี ความหนืดมากกว่ารวมทั้งอิทธิพลจากแม่น้ำ กระแสน้ำขึ้นน้ำลงและคลื่นในทะเลค่า dynamic depth anomaly ที่ผิวน้ำเทียบกับที่ลึก 10 เมตร ก็แสดงรูปแบบคล้ายคลึงกับค่าที่ได้จากการวัด โดยตรง (รูป 9)

จากนั้นยังมีรายงานฉบับล่าสุด จากกรมอุทกศาสตร์ (2538) ได้รายงานที่โดยทั่วไป กระแสน้ำในอ่าวไทยมีลักษณะการไหลเวียนรอบจุด (Rotary) ขณะน้ำขึ้นกระแสน้ำส่วนใหญ่ไหล สู่อ่าว ส่วนขณะน้ำลงกระแสน้ำมีทิศทางการไหลออกจากอ่าว ที่ระดับผิวน้ำอิทธิพลของลมมี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของทิศทางและความเร็วกระแสน้ำมากกว่าระดับอื่น โดยในช่วงฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำบางส่วนจะไหลกระจายออกไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในฤดู มรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำบางส่วนจะไหลกระจายไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ และในช่วง เปลี่ยนฤดูมรสุมกระแสน้ำมีทั้งทิศทางที่ไหลกระจายไปทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีความแรงกระแสน้ำใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 1.4 นอต ยกเว้นในช่วง เปลี่ยนฤดูมรสุมกระแสน้ำจะเบากว่าฤดูกาลอื่นเล็กน้อย

จากผลงานที่ผ่านมาจะสังเกตเห็นได้ว่าการตรวจวัดกระแสน้ำรวมถึงข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิจัยยังมีข้อจำกัดอยู่ กล่าวคือในบางช่วงและในบางสถานที่ที่มีข้อมูลน้อยมาก และข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยในระยะเวลาที่ยาวนานและในพื้นที่ที่ใหญ่ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการศึกษาที่ได้นั้นมีความไม่ละเอียดและไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นควรจะมีการเฉลี่ยข้อมูลในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น ต่อเดือน ต่อสัปดาห์ หรือต่อวัน และเฉลี่ยต่อพื้นที่ที่เล็กกว่านี้ เช่น 0.1 องศา เป็นต้น เพื่อที่จะทำให้ได้ผลการศึกษาที่ละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตีความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมาก

## 2.2 การศึกษากระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักวิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์หลายท่านด้วยกัน โดยเริ่มจาก Liengcharemsit (1979) ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาลักษณะของกระแสในอ่าวไทยตอนบนและนำมาปรับปรุงใช้กับการศึกษาถึงผลกระทบจากน้ำเสียที่ลงสู่ทะเลอันมีแหล่งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากบ้านเรือน การสร้างแบบจำลองกระแสน้ำมี governing equation ที่ประกอบด้วย continuity equation และ conservation of momentum equation โดยใช้เทคนิค finite element method เพราะว่าวิธีนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายทั้งแผนงานที่แสดงและเงื่อนไขขอบเขตที่วางไว้และสามารถที่จะสอดแทรก function ใน hydrodynamic model ได้ง่าย โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการแบ่งเป็นส่วนๆ คือ ในชั้นน้ำลึกและน้ำตื้นความเร็วของการไหล ซึ่งจะต้องมีการคำนวณแยกออกจากกัน ซึ่งการคำนวณที่ได้มานั้นจะต้องขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้มาด้วย และรูปแบบของการแจกแจงและการไหลเวียนของมวลน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ชั่วโมง ซึ่งผลของการศึกษาคั้งนี้จะมีการทดสอบและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะใช้ได้ทุกพื้นที่

การพัฒนาและการประยุกต์ Hydrodynamic และ Water Quality Model ที่คำนึงถึงการผันแปรของรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำและการแจกแจงของสสารและแร่ธาตุในบริเวณอ่าวไทยตอนบนปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของน้ำจืดที่ไหลมา และความเข้มข้นของสสารในแม่น้ำมีผลทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไปและความเร็วของกระแสน้ำที่ได้จาก Hydrodynamic Model ซึ่งคำนวณได้ค่าประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที เมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ออกไปทำการตรวจวัดโดยตรงแล้วค่าที่ได้ก็น่าเชื่อถือและมีความแม่นยำ ต่อมาได้มีการรายงานถึงวิธีการเชิงคำนวณใน

แนว 3 มิติ โดย Tee (1979,1980) ได้กล่าวถึงวิธีการเชิงคำนวณที่คำนวณใน first order ในแนว 3 มิติของน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งวิธีการนี้จะอ้างถึงการแก้ปัญหาจากสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าของความเร็วในระดับความลึกเฉลี่ยและความแตกต่างของความเร็วในแนวตั้ง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานที่บริเวณพื้นท้องทะเล โดยแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ประยุกต์มาจากแบบจำลอง 2 มิติ เพื่อจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามแนวตั้งของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal Current) ซึ่งเป็น function ของความเร็วในระดับความลึกเฉลี่ยโดยผลที่ได้นี้จะมีการผันแปรจากค่าของความหนืดวงวนในแนวตั้ง (Vertical eddy viscosity) โดยที่ผลของการศึกษานี้จะสอดคล้องกับ governing equation ที่ประกอบด้วยแรงเสียดทาน และเมื่อนำแบบจำลองมาทดสอบแล้วปรากฏว่าการใช้แบบจำลอง 3 มิตินี้จะได้ผลดีกว่าการใช้แบบจำลองในแนว 2 มิติ ต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ในแนว 3 มิติต่อไป โดย Koutitus and O'Connor (1980) ได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแนว 3 มิติ เพื่อศึกษาการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งที่เป็นผลมาจากน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำซึ่งแบบจำลองนี้จะใช้วิธี finite difference method และ finite element method เพื่อที่จะใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องของ fluid momentum และ continuity equation โดยที่จะใช้เทคนิคในการย่อขนาดและแบ่งขนาดของแบบจำลอง เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในขณะที่ finite element เป็นวิธีการที่ง่ายที่จะใช้ในการศึกษาถึงการไหลของน้ำในระดับลึก แต่ต้องระมัดระวังค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการคำนวณโดยระเบียบวิธีการเชิงตัวเลข (numerical method) ซึ่งค่าผิดพลาดนี้จะต้องมีค่าน้อยที่สุด

ปัญหาของแบบจำลองนี้จะมีความยุ่งยากที่ใช้สมการของ fluid momentum ที่จำเป็นในการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งเป็นเหตุผลอย่างหนึ่งที่จะใช้แบบจำลองในแนว 3 มิติ เพื่อที่จะทำนายการไหลเวียนของน้ำที่เกิดขึ้นจากลม ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้นี้มีความแม่นยำสูงมาก โดยพิจารณาได้จากผลของการคำนวณที่ได้จะเข้าใกล้ค่าจริง ซึ่งได้ทำการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการแล้วผลปรากฏว่าผลที่ได้นั้นเป็นที่น่าพอใจ ต่อมา Charushumchonkul (1988) ได้ทำการศึกษาลักษณะของกระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลอง 2 มิติ (depth-average two dimension model) ในส่วนของ governing equation ประกอบด้วยเทอมต่างๆคือ local acceleration, convective acceleration, pressure gradient force, bottom friction, coriolis force และ effective shear stress โดยไม่รวมเอา surface wind stress ไว้ในสมการด้วย แบบจำลองนี้ได้ใช้เทคนิคที่ผสมผสานกันระหว่าง implicit และ explicit scheme ที่เรียกว่า Alternating Direction Implicit (ADI) finite difference scheme โดยที่การศึกษานี้ได้ทำในพื้นที่แยกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของอ่าวไทยตอนบนทั้งหมด บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และ

บริเวณท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งรายละเอียดที่เกี่ยวกับกระแสน้ำขึ้นน้ำลงที่มีอิทธิพลต่อลักษณะของกระแสน้ำ เมื่อมีการตรวจสอบแบบจำลองแล้วผลที่ได้ก็น่าเชื่อถือ โดยที่ใช้ค่าของการคำนวณและผลที่ได้จากการทำนายในระดับน้ำขึ้นน้ำลงนำมาตรวจสอบกับค่าที่วัดได้โดยตรงและข้อมูลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงทุกชั่วโมง โดยผลที่ได้จากการประยุกต์แบบจำลองกระแสน้ำค่อนข้างที่จะสมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็จะเห็นความแตกต่างของรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำ ซึ่งเนื่องมาจากสิ่งรบกวนต่างๆโดยเฉพาะตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำโดยสิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบกระเทือนกับค่าที่คำนวณได้ คือจะทำให้ผลที่ได้นั้นผิดจากความจริง

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้อาจต้องมีการตรวจสอบแบบจำลองให้แน่ชัดและให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงให้มากที่สุดเพื่อผลที่ได้จากการคำนวณจะมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น จากนั้นได้มีการศึกษากระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยปราโมทย์ ไชยศิริ (2527) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลมในอ่าวไทยตอนบน ในรูปแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณลักษณะการไหลเวียนของน้ำในสภาวะที่คงที่ภายใต้สภาวะของน้ำทะเลที่มีความหนาแน่นคงที่ไม่มีมีการไหลเข้าของแม่น้ำจากแม่น้ำสายต่างๆ โดยกำหนดความลึกของน้ำตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่อ่าวไทยตอนบน จากผลการศึกษาพบว่าทิศทางการไหลของน้ำมีทิศเบนไปทางขวาตามแรงโคลิโอลิสซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ คงวัฒน์ นิละศรี แต่ในบางจุดมีการเบี่ยงเบนของทิศทางกระแสน้ำไปทางซ้าย ทั้งนี้เนื่องจากรูปร่างภูมิประเทศของอ่าวไทย ลักษณะการเบี่ยงเบนจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกและมีขนาดลดลง แต่ผลการวิจัยไม่แสดงลักษณะของการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบนได้อย่างชัดเจน ต่อจากนั้น สมชาย ศรีปัญญาวิชัย (2532) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำนายโครงสร้างของการไหลเวียนใน 3 มิติของน้ำที่เกิดจากลมและแสดงการแจกแจงของความเค็มจากน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่างๆบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบ finite different ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มานั้นพบว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีการไหลของน้ำเข้าทางด้านบนและออกทางด้านล่าง และช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีการไหลของน้ำเข้าทางด้านล่างและออกทางด้านบน โดยกระแสน้ำมีการเบี่ยงเบนไปจากทิศทางของกระแสลมเล็กน้อยและความแตกต่างของการแจกแจงของความเค็มในช่วงมรสุมทั้งสองฤดูมีเพียงเล็กน้อยและล่าสุดได้มีการปรับปรุงแบบจำลองไฮโดรไดนามิกส์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำมันที่รั่วไหลในอ่าวไทย โดยอนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2540) ซึ่งได้ทำการปรับปรุงแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติที่ใช้

เทคนิคเอดีไอไฟในทีดีฟเฟอเรนซ์ เพื่อให้สามารถคำนวณลักษณะของกระแสในอ่าวไทย โดยใช้ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ กระแสเฉลี่ยจากปี พ.ศ. 2523 ถึง ปี พ.ศ. 2531 ระดับน้ำขึ้นน้ำลง และค่าระดับความลึกเฉลี่ยของน้ำทะเล จากนั้นได้มีการทดสอบแบบจำลองทำนายเส้นทางการเคลื่อนที่ของคราบน้ำมันดิบที่รั่วไหลในทะเล โดยใช้ข้อมูลกระแสที่ได้จากแบบจำลองคำนวณกระแสน้ำเป็นข้อมูลนำเข้า จากผลการทดสอบพบว่าหากมีการเพิ่มข้อมูลกระแสน้ำที่เกิดจากน้ำขึ้นน้ำลงที่คำนวณได้เข้าไปในการคำนวณของแบบจำลองทำนายการเคลื่อนที่ของคราบน้ำมันในอ่าวไทยแล้ว จะทำให้ได้ผลการทำนายดีกว่าการไม่รวมข้อมูลกระแสน้ำเข้าไปในการคำนวณ จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ามีนักวิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์หลายท่านด้วยกัน แต่มีวิธีการที่ต่างกัน และบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา รวมถึงวัตถุประสงค์ในการศึกษา ยังมีความต่างกันด้วย จึงทำให้ผลลัพธ์ในแต่ละแบบจำลองมีความแตกต่างกัน และจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำโดยคำนึงถึงอิทธิพลของลมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งควรจะมีการคำนึงถึงอิทธิพลอย่างอื่นด้วย เช่น น้ำขึ้นน้ำลง ความหนาแน่นของน้ำทะเล เพื่อที่จะทำให้แบบจำลองคณิตศาสตร์มีความถูกต้องมากขึ้น และจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นด้วย

### 2.3 อุณหภูมิและความเค็มของมวลน้ำในอ่าวไทย

จากการตรวจสอบข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ของอ่าวไทยเท่าที่มีมา พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความเค็มมากมาย ซึ่งจากการตรวจสอบข้อมูลนั้น พบว่ามีการศึกษาเป็นครั้งแรกเริ่มมาตั้งแต่ Naga Expedition โดย Robinson (1974) ได้รายงานผลการสำรวจของ Naga ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1960 ว่าน้ำที่ผิวบริเวณกลางอ่าวมีความเค็มต่ำ และพบความเค็มมากกว่า 32.0‰ ทางตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณสตึบถึงจันทบุรี ซึ่งน่าจะเป็นการไหลมาจากแม่น้ำโขง มวลน้ำความเค็มต่ำส่วนใหญ่ไหลเลียบชายฝั่งตะวันตกกลางทางใต้และมวลน้ำความเค็มมากกว่า 33.5‰ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของแหลมคาเมาถูกนำมาโดยลมตะวันออกเฉียงใต้เข้าไปยังปากอ่าวไทย ในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ค.ศ. 1960 พบว่าความเค็มต่ำกว่า 32.0‰ เป็นรูปตัว S พาดผ่านกลางอ่าวและมวลน้ำความเค็ม 34.0‰ เข้าสู่อ่าวด้วยอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนืออุณหภูมิที่ผิวมีค่าสูง 30.0 ถึง 31.5 °C สำหรับผลการสำรวจในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง ลมเปลี่ยนทิศจากทางใต้เป็นตะวันตกซึ่งมีปริมาณฝนตกมาก บริเวณจันทบุรีเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมทำให้ความเค็มต่ำทางฝั่งตะวันออกคงปรากฏความเค็มมากกว่า 33.0‰ บริเวณชายฝั่งตะวันตกและไม่มีการเจือจางความเค็มโดยน้ำฝน

จากนั้นได้มีการรายงานเกี่ยวกับปริมาณน้ำท่าที่มีผลต่อค่าความเค็มของมวลน้ำในอ่าวไทย และ อุณหภูมิของอากาศที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือน ซึ่งรายงานโดย Tomosada and Srisaengthong (1990) ได้รายงานว่ปริมาณน้ำท่าที่มาจากแม่น้ำโขงที่ไหลลงสู่อ่าวไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะมีปริมาณมากในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณมากในเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ตามลำดับ และมีปริมาณน้อยที่สุดอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน (รูป 10.1 และ 10.2) และปริมาณน้ำท่าที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนจะส่งผลทำให้ค่าความเค็มของแต่ละเดือนและแต่ละพื้นที่ในอ่าวไทยมีค่าต่างกัน ซึ่งพบว่ามีค่าความแตกต่างกัน ดังนี้

ในบริเวณพื้นที่ A พบว่ามีค่าความเค็มมากกว่า 33.0 ‰ จากเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และค่าความเค็มประมาณ 32.0‰ หลังจากเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม (รูป 11.1) ทั้งนี้เป็นเพราะได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำโขงซึ่งในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำท่าที่ไหลมาจากแม่น้ำโขงนั้นมีปริมาณน้อย จึงมีผลทำให้ค่าความเค็มในช่วงเดือนนี้มีค่าสูง และในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลจากแม่น้ำโขงมีปริมาณมาก จึงทำให้ค่าความเค็มในช่วงเดือนนี้มีค่าต่ำ ในพื้นที่ B ค่าความเค็มมากกว่า 33.0‰ จะพบในเดือนธันวาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ และในเดือนมีนาคม ถึง เดือนธันวาคม ค่าความเค็มจะน้อยกว่า 33.0‰ (รูป 11.2) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความเค็มในแต่ละเดือนจะมีค่าที่ไม่ต่างกันมากนัก เนื่องจากเป็นทะเลเปิดสู่ทะเลจีนใต้ สำหรับพื้นที่ C ค่าความเค็มสูงสุดจะอยู่ในเดือนมีนาคม และเดือนกันยายน และค่าความเค็มต่ำสุดจะพบในเดือนธันวาคม (รูป 11.3) เนื่องจากบริเวณพื้นที่ C เป็นบริเวณกลางอ่าวไทยซึ่งจะได้รับอิทธิพลของแม่น้ำทางภาคใต้ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และเมื่อสังเกตจากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำท่าในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่ไหลลงสู่อ่าวไทยมีปริมาณน้อยในเดือนมีนาคมจึงส่งผลทำให้ในเดือนมีนาคมมีค่าความเค็มสูง และปริมาณน้ำท่ามีมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมจึงส่งผลทำให้ในเดือนธันวาคมมีค่าความเค็มสูง และสำหรับในพื้นที่ D เป็นบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีค่าความเค็มสูงสุดในเดือนมกราคมและเดือนมิถุนายน ส่วนค่าความเค็มต่ำสุดจะพบในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม (รูป 11.4) เนื่องจากพื้นที่ D เป็นพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ดังนั้นอิทธิพลจากแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีผลต่อค่าความเค็มของน้ำทะเล และเมื่อดูจากรูป 10.2 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณน้อยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนจึงส่งผลทำให้ค่าความเค็มของน้ำทะเลมีค่าสูง และปริมาณน้ำท่าที่ไหลมาจากแม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณมากใน



ช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และมีปริมาณมากสุดในเดือนตุลาคมจึงส่งผลทำให้ความเค็มของน้ำทะเลมีค่าต่ำ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลในแต่ละเดือนจะมีค่าต่างกัน กล่าวคือในพื้นที่ A พบว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม โดยที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงสุดจะประมาณ  $30.0^{\circ}\text{C}$  และมีค่าต่ำสุดประมาณ  $25.0^{\circ}\text{C}$  (รูป 12.1) ในพื้นที่ B อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม โดยที่มีค่าอยู่ในช่วง  $29.5$  ถึง  $30.0^{\circ}\text{C}$  ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดจะพบในเดือนมกราคมซึ่งจะมีค่าประมาณ  $26.0^{\circ}\text{C}$  (รูป 12.2) ในพื้นที่ C อุณหภูมิมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าประมาณ  $30.0^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม ซึ่งมีค่าประมาณ  $25.5^{\circ}\text{C}$  (รูป 12.3) ส่วนในพื้นที่ D ค่าอุณหภูมิสูงสุดจะอยู่ในเดือนพฤษภาคมซึ่งมีค่าประมาณ  $30.5^{\circ}\text{C}$  และค่าอุณหภูมิต่ำสุดพบในเดือนมกราคมซึ่งมีค่าประมาณ  $26.0^{\circ}\text{C}$  (รูป 12.4) ซึ่งเมื่อนำค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลในพื้นที่ทั้ง 4 บริเวณ มาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของอากาศในสถานีต่างๆ (ตารางที่ 4) ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ทั้ง 4 บริเวณดังกล่าว พบว่าในช่วงเดือนที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงก็จะเป็นช่วงเดือนที่อุณหภูมิของอากาศมีค่าสูงด้วย และเช่นเดียวกันในเดือนที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำก็จะเป็นเดือนที่อุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลได้มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือนนั้นจะเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเดือนหรือในแต่ละฤดูกาล นั้นเอง ต่อมากรมอุทกศาสตร์ (2526) อ้างถึงใน วิโรจน์ พินโยภรณ์ (2529) รายงานผลการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2525 ว่าอุณหภูมิบริเวณเหนือเกาะสมุยขึ้นไปมีค่าเท่ากันประมาณ  $28.6^{\circ}\text{C}$  ยกเว้นบริเวณชุมพรอุณหภูมิต่ำ  $28.8^{\circ}\text{C}$  ส่วนบริเวณใต้เกาะสมุยลงมาอุณหภูมิต่ำสุดขึ้น  $29.6^{\circ}\text{C}$  บริเวณนอกฝั่งนครศรีธรรมราช และลดลงเมื่อห่างฝั่งไปจนถึงปากอ่าวอุณหภูมิลดลงเล็กน้อย ความแตกต่างของอุณหภูมิตามความลึกบริเวณทางเหนือเกาะสมุยขึ้นไปมีเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยอุณหภูมิกว้างเท่ากันตลอดความลึก ส่วนฝั่งตะวันตกของอ่าวและบริเวณใต้เกาะสมุยลงมา มีความแตกต่างของอุณหภูมิตามความลึก และปรากฏเด่นชัดที่ความลึก 30 เมตร การแจกแจงความเค็มปรากฏพบความเค็มสูงบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ถึงชุมพร และนครศรีธรรมราชถึงสงขลา ความเค็มมากกว่า  $33.0\text{‰}$  บริเวณห่างฝั่งและกลางอ่าวความเค็มต่ำลง โดยเฉพาะฝั่งตะวันออกของอ่าวทั้งไม่ปรากฏความแตกต่างของความเค็มของมวลน้ำตามความลึกบริเวณเหนือ

เกาะสมุยขึ้นไป ยกเว้นชายฝั่งตะวันตกและตอนล่างของอ่าวไทยได้เกาะสมุยลงมาความแตกต่างปรากฏที่ชั้นความลึก 30 ถึง 40 เมตร

จากนั้นได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความเค็มจากสถานีสมุทรศาสตร์ต่าง ๆ ใน 4 ฤดูกาล โดยอัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2527) ซึ่งใช้วิธีการเฉลี่ยต่อช่องสี่เหลี่ยมกว้างยาว 1 องศา จาก ละติจูด 3 องศาใต้ถึง 24 องศาเหนือ ลองจิจูด 99 องศาตะวันออกถึง 121 องศาตะวันออก เราแบ่งมวลน้ำในบริเวณนี้ได้เป็นมวลน้ำชั้นบนจากผิวหน้าถึงความลึก 500 เมตร มวลน้ำชั้นกลาง จากความลึก 500 ถึง 1,000 เมตร และมวลน้ำชั้นล่างจากความลึก 1,000 เมตรถึงพื้น อุณหภูมิ และความเค็มในมวลน้ำชั้นบนแปรผันไปตามฤดูกาล ในขณะที่มวลน้ำชั้นอื่นไม่แปรตามฤดูกาล อุณหภูมิผิวหน้าของพื้นที่ทั้งหมดมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเป็น  $28.829^{\circ}\text{C}$  ต่ำสุดในฤดูหนาวเป็น  $25.838^{\circ}\text{C}$  โดยมีค่าเฉลี่ยต่อปีเป็น  $27.688^{\circ}\text{C}$  ในอ่าวไทยค่านี้สูงสุดในฤดูใบไม้ผลิเป็น  $29.873^{\circ}\text{C}$  ต่ำสุดในฤดูหนาวเป็น  $27.014^{\circ}\text{C}$  ค่าเฉลี่ยต่อปีเป็น  $28.429^{\circ}\text{C}$  ค่าความเค็มผิวหน้าของพื้นที่ทั้งหมดสูงสุดในฤดูหนาวเป็น  $33.361\%$  ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วงเป็น  $31.562\%$  ค่าเฉลี่ยต่อปีเป็น  $32.789\%$  ในอ่าวไทยค่านี้สูงสุดในฤดูร้อนเป็น  $32.179\%$  ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วงเป็น  $31.234\%$  ค่าเฉลี่ยต่อปีเป็น  $31.770\%$  ความหนาแน่นของน้ำในอ่าวไทยขึ้นกับค่าความเค็มมากกว่าค่าของ อุณหภูมิ น้ำชั้นกลางที่ความลึก 1,000 เมตร มีค่าเฉลี่ยของค่าความเค็มเป็น  $34.541\%$  และของ อุณหภูมิเป็น  $4.452^{\circ}\text{C}$  ส่วนมวลน้ำลึกที่ 2,000 เมตร มีค่าความเค็มราว  $34.591\%$  และอุณหภูมิ  $2.644^{\circ}\text{C}$  โดยเฉลี่ยต่อปี ต่อมาได้มีงานวิจัยของ อัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2528) ซึ่งทำการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของมวลน้ำในอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล น้ำผิวหน้ามีค่าเฉลี่ยต่อปีของ อุณหภูมิ  $28.104^{\circ}\text{C}$  ค่าความเค็มมีค่า  $31.764\%$  ที่ผิวน้ำอุณหภูมิมีค่ามากที่สุดในฤดูใบไม้ผลิ (เมษายน) และต่ำสุดในฤดูหนาวตามภูมิอากาศ (รูป 13) ค่าความเค็มมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเพราะ กระแสน้ำจากทะเลจีนใต้ซึ่งมีค่าความเค็มสูงกว่าไหลเข้ามา ค่าความเค็มที่ผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในฤดู ใบไม้ร่วง (ตุลาคมถึงธันวาคม) ซึ่งมีฝนและอัตราการน้ำไหลจากแม่น้ำมาก (รูป 14)

จากรายงานการสำรวจฉบับล่าสุดของ กรมอุทกศาสตร์ (2538) ได้รายงานถึงอุณหภูมิ และความเค็มของมวลน้ำในอ่าวไทยว่า อุณหภูมิผิวน้ำในแต่ละฤดูมรสุมมีความแตกต่างกันมาก พอดี โดยในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อุณหภูมิผิวน้ำโดยเฉลี่ย  $30.04^{\circ}\text{C}$  สูงกว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ  $1.69^{\circ}\text{C}$  และสูงกว่าช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม  $1.04^{\circ}\text{C}$  และที่ระดับลึกลงไปความแตกต่างของแต่ละฤดูจะน้อยลงไปตามลำดับ ส่วนค่าความเค็มของน้ำทะเลนั้นในช่วงฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือค่าความเค็มในอ่าวไทยจะต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ส่วนฤดูกาลที่เหลือมีค่าใกล้เคียง

เคียงกัน โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ความเค็มบริเวณผิวน้ำมีค่าเฉลี่ย 32.67‰ สูงกว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1.25‰ และสูงกว่าช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม 0.09‰

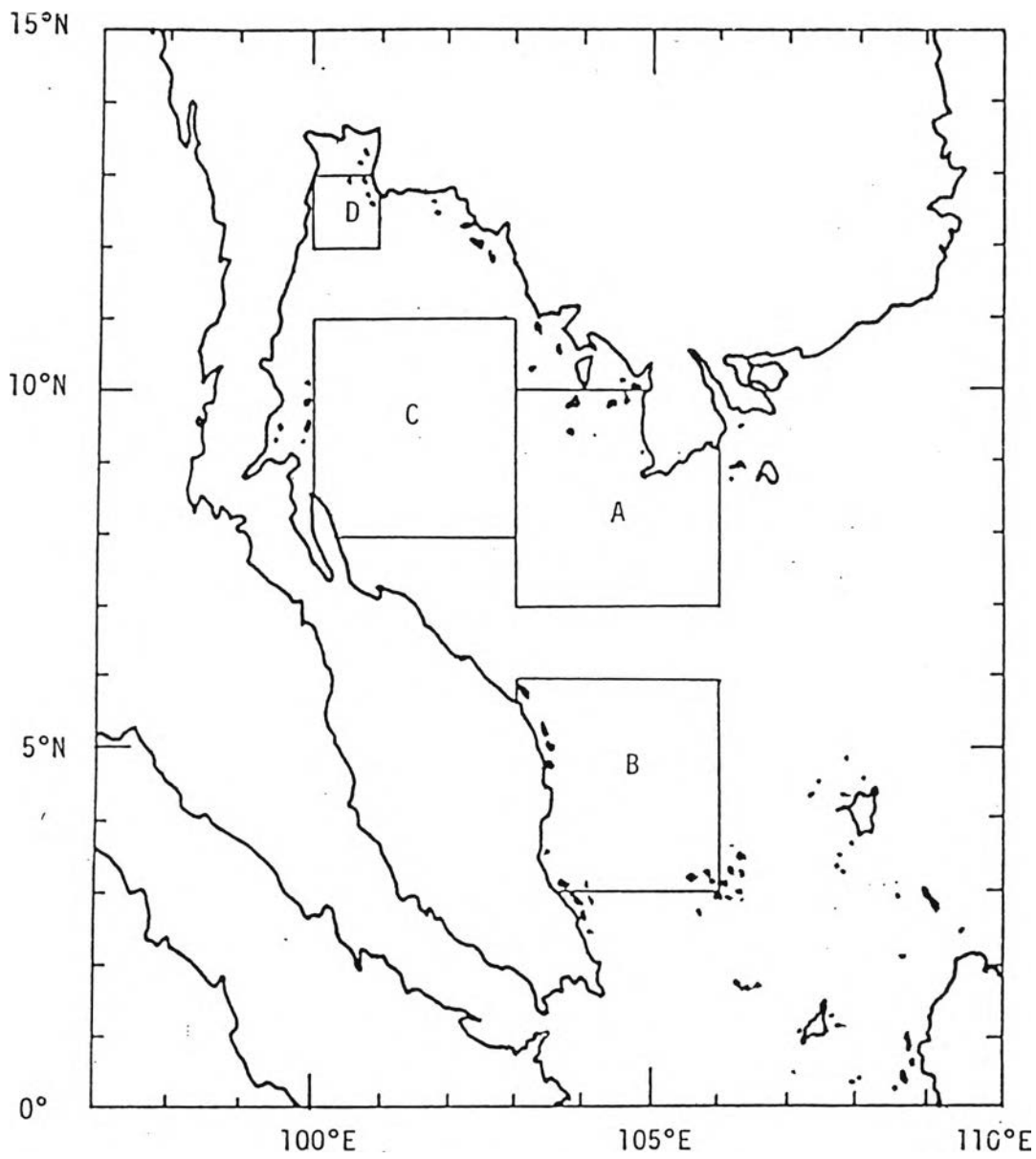
จากเอกสารที่สำรวจได้พบว่าการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความเค็มยังมีข้อจำกัดอยู่ กล่าวคือ ในบางช่วงเวลาและในบางสถานที่ที่มีข้อมูลน้อยมาก และข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน จึงไม่สามารถทำให้เห็นถึงการแปรผันของค่าอุณหภูมิและความเค็มได้ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นควรจะมีการเฉลี่ยข้อมูลในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น ต่อเดือน ต่อสัปดาห์ หรือต่อวัน และถ้าเป็นไปได้ควรจะทำการศึกษาในพื้นที่ที่เล็กกว่านี้ด้วย เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตีความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมาก

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำท่า (run off) ของแม่น้ำในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่ไหลลงสู่อ่าวไทย(ลูกบาศก์เมตร/วินาที) : Siripong 1997

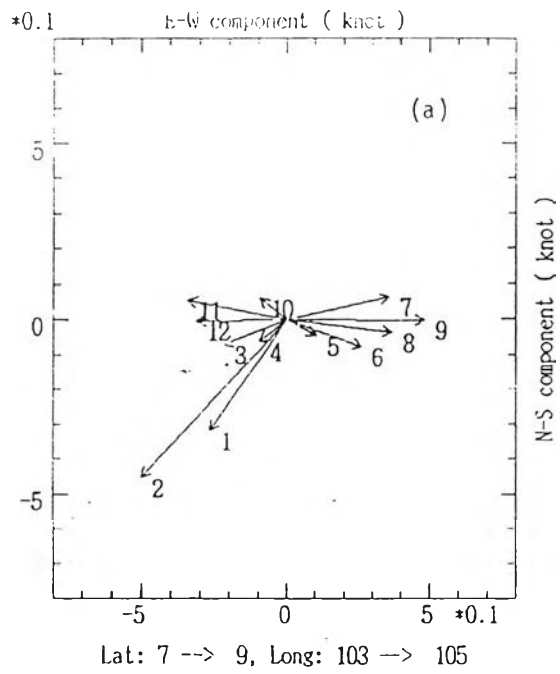
Station	Period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Year
Phet (B1), 13°04'28" N, 99°56'37" E.	1917-81	7.626	5.408	5.165	6.767	10.009	17.258	35.545	56.062	50.910	65.487	40.402	16.110	26.396
Pran (Pr2), 12°24'41" N, 99°51'01" E.	1963-70	2.228	1.338	1.163	1.184	3.396	7.644	13.367	21.857	20.206	31.125	24.127	4.706	11.028
K.Chumphon (X53) ,10°29' 57"N, 99°04'15E.	1971-81	4.461	2.743	1.303	1.337	5.624	8.783	11.964	31.132	18.318	14.700	19.001	6.513	10.493
Tapi (X37A) 8°34'03" N, 99°15'15" E.	1970-81	124.7	32.43	22.97	21.49	42.41	60.02	121.87	136.64	170.73	220.46	262.02	180.45	116.348
K.Na Thawi (X42) ,6°41' 13"N,100°41'21E.	1976-81	1.764	0.954	0.852	1.325	2.434	1.776	1.592	1.412	2.406	7.042	17.604	8.138	3.941
Pattani (X40), 6°35'N,101° 20'E at Yala.	1964-81	138.2	46.03	44.11	29.48	45.25	36.58	31.71	32.52	44.71	81.71	148.34	223.12	75.150
Trang (X56),7°45' 45" N,99°32'25" E	1966-81	46.69	12.11	7.545	6.211	13.76	21.28	27.57	36.49	49.10	77.47	128.73	82.85	42.483

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอากาศเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1951 ถึง ปี ค.ศ. 1994 (องศาเซลเซียส) : จาก Siripong 1997

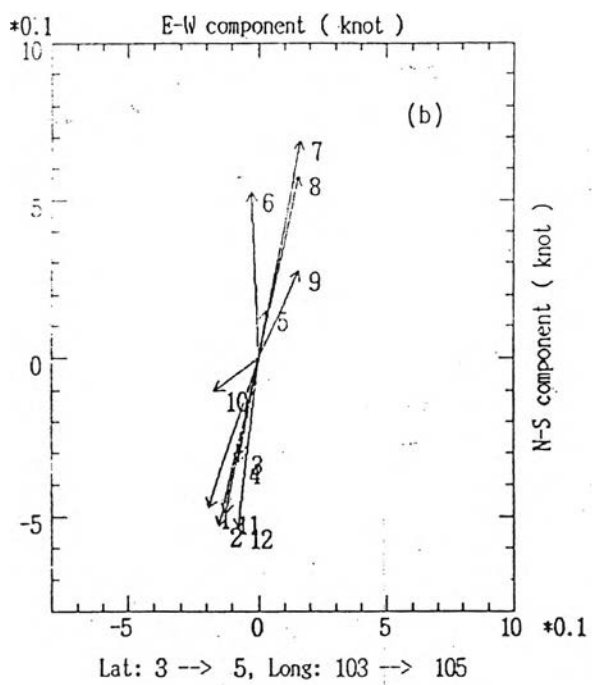
STATION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
CHANTHABURI	25.4	26.5	27.3	28.1	27.8	27.4	27.1	27	26.6	26.5	26.1	25.2	26.8
KHLONGYAI	26.4	27.2	28.1	28.7	28.3	27.3	27	26.8	26.8	26.8	27.2	26.7	27.3
CHON BURI	26.1	27.5	28.8	29.8	29.4	29	28.7	28.5	27.9	27.4	26.8	25.9	28
PHATTAYA	26.1	27.2	28.1	29.3	29.1	28.9	28.5	28.3	27.6	26.8	26.4	25.5	27.7
RAYONG	25.8	27.7	28.8	29.8	29.7	29.3	28.8	28.6	28	27.4	26.9	25.5	28
SATTAHIP	25.6	27.2	28.3	29.5	29.4	29	28.6	28.4	27.7	26.9	26.3	25.2	27.7
KO SICHANG	26.5	27.7	28.9	30.1	29.8	29.5	29	28.8	28.1	27.6	27.2	26.4	28.3
HUA HIN	25.5	26.9	28.2	29.4	29.2	28.8	28.3	28.2	27.7	27.1	26.4	25.3	27.6
PHETCHABURI	25.5	27.1	28.3	29.5	29.4	28.9	28.6	28.5	28.1	27.4	26.6	24.9	27.7
PRACHUAP KHIRI KHAN	25.1	26.4	27.7	29.1	28.9	28.2	28	27.7	27.7	26.9	26.4	25.3	27.3
CHUMPHON	25.3	26.4	27.5	28.6	28	27.4	27.1	26.9	26.9	26.6	25.9	25	26.8
KOLANTA	27.7	28.3	28.9	29.2	28.5	28.7	28.1	28.1	27.5	27.2	27.1	26.9	28
NAKHON SI THAMMARA	26	26.8	27.8	28.6	28.4	28.5	28.1	28	27.5	26.9	26.2	25.8	27.4
NARATHIWAT	26.1	26.8	27.6	28.5	28.3	28	27.6	27.5	27.3	27	26.3	25.9	27.2
KO SAMUI	26.6	27.4	28.2	29.1	29	28.6	28.2	28.1	27.8	27.2	26.6	26.3	27.8
SATUN	27.4	27.9	28.5	28.5	27.9	27.9	27.3	27.3	26.8	26.7	26.8	26.9	27.5
UNOCAL STATION	26.6	26.6	27.7	29.2	29.2	28.6	28.4	28	27.6	28.3	28	27.7	28



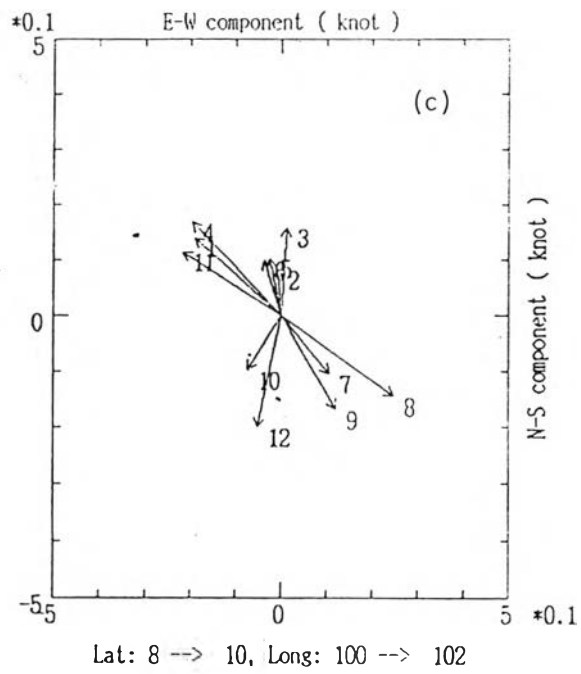
รูป 3 พื้นที่บริเวณทั้ง 4 บริเวณที่แสดงข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



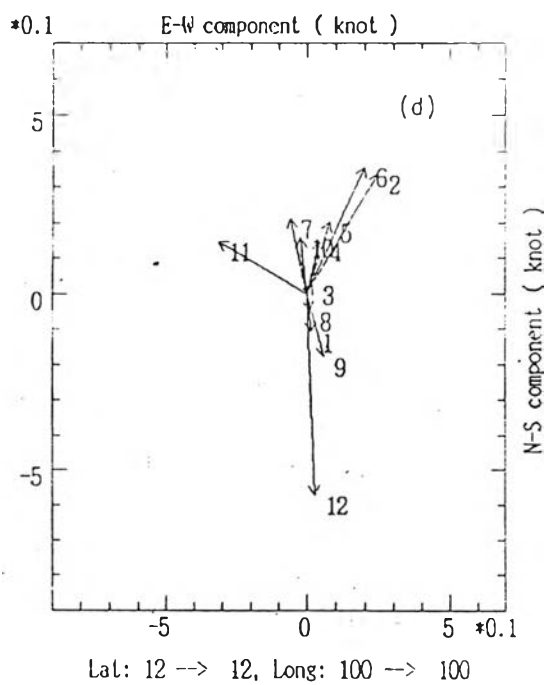
รูป 4.1 ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ A  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



รูป 4.2 ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ B  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )

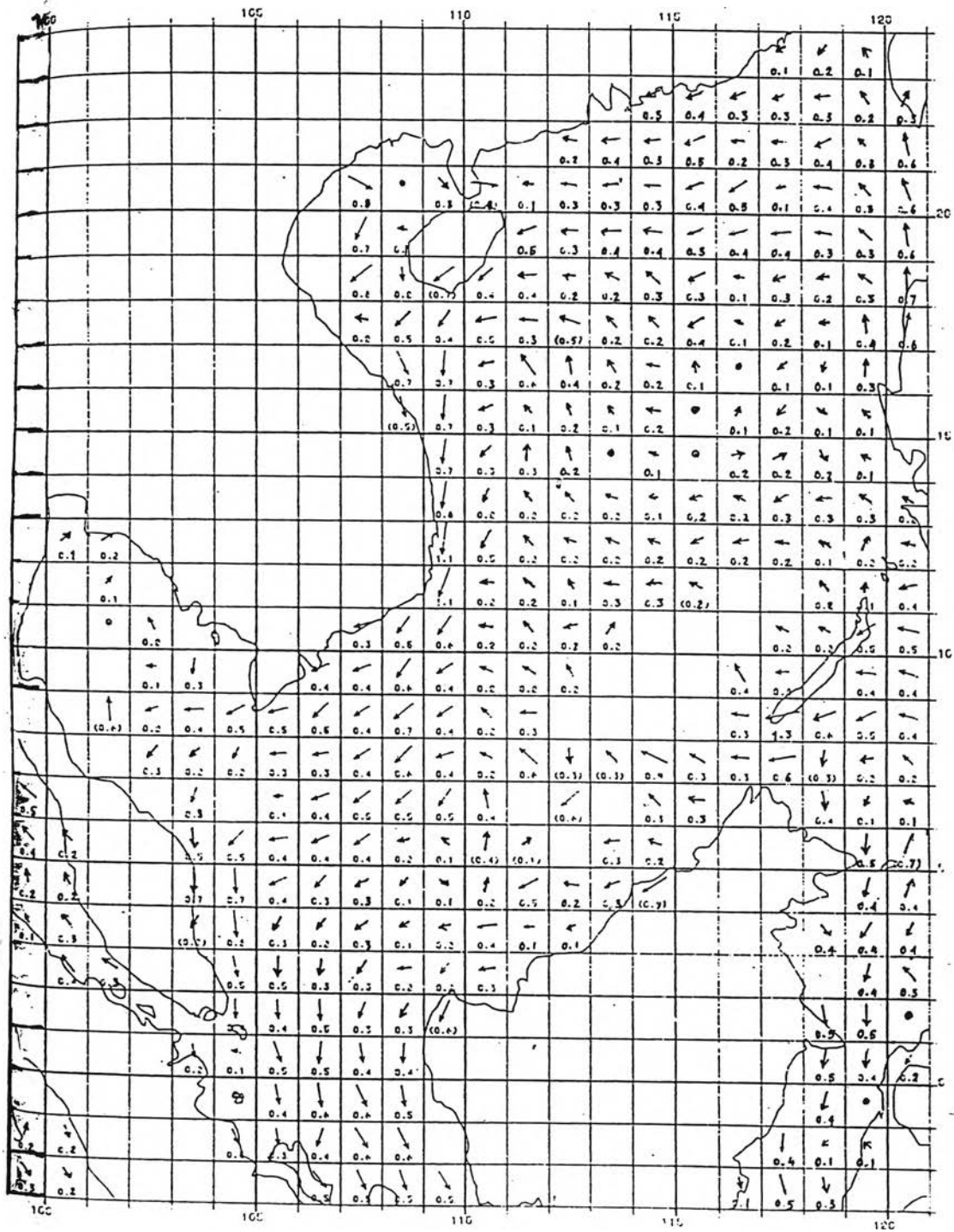


รูป 4.3 ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ C  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



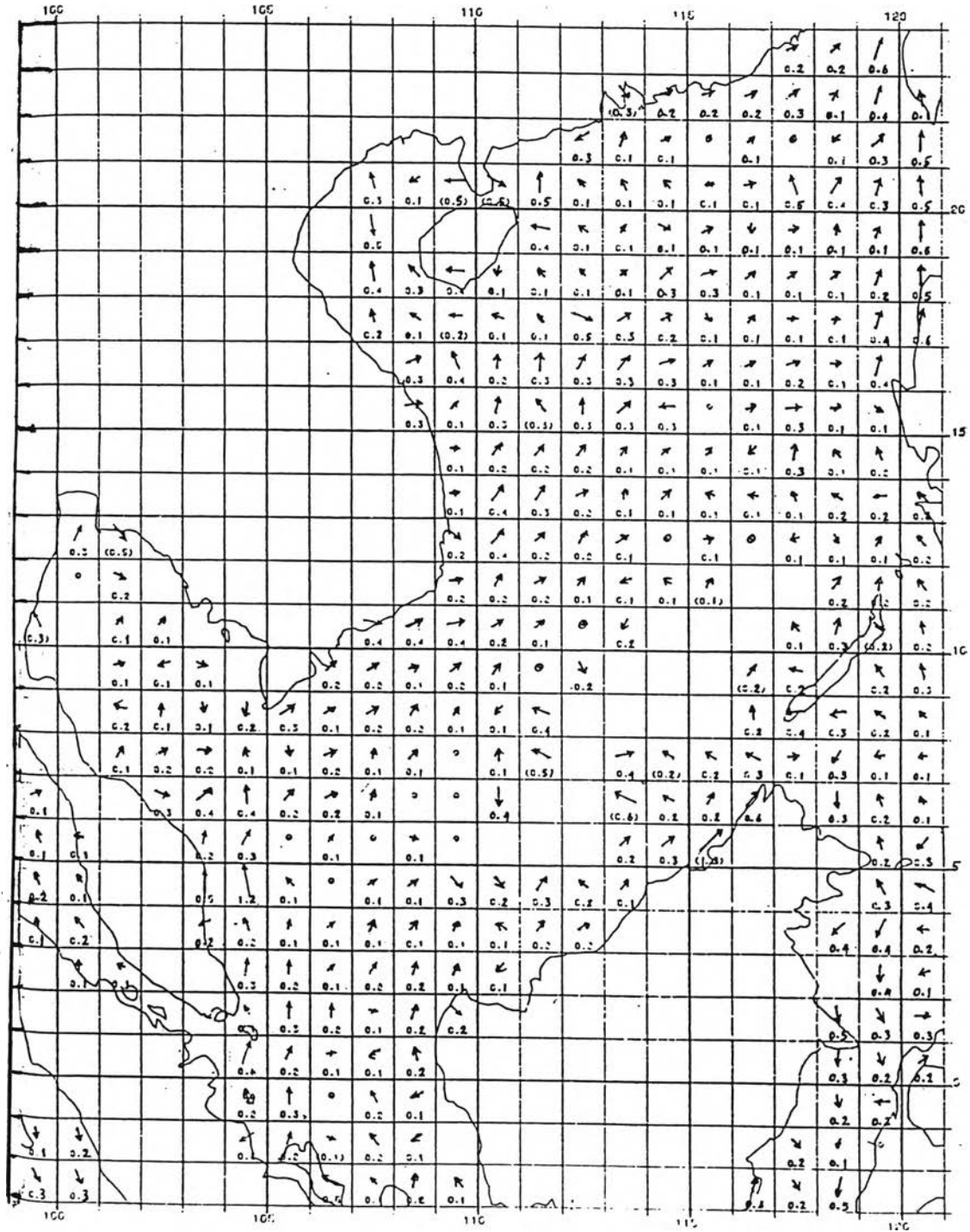
รูป 4.4 ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ D  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



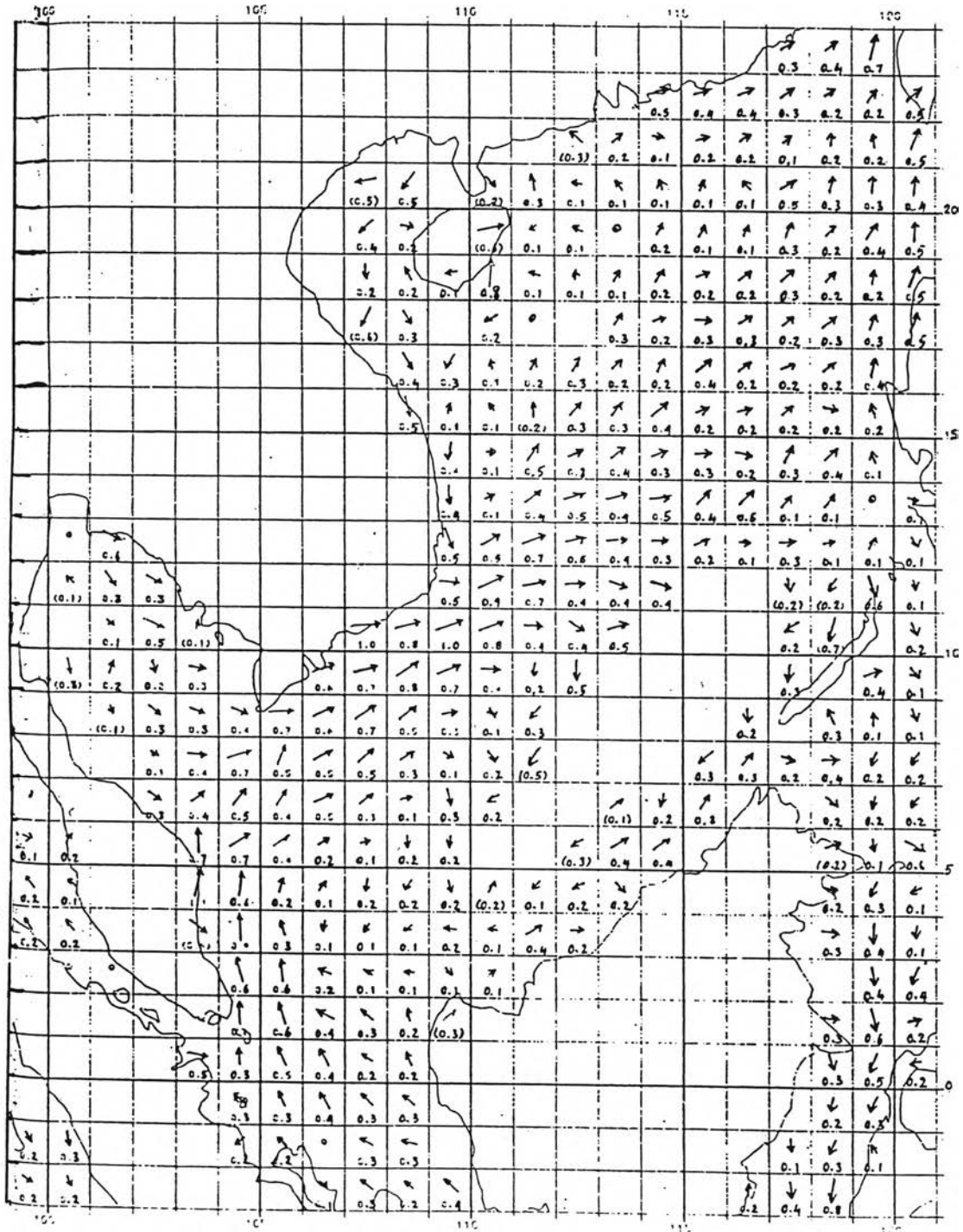


รูป 5. การไหลเวียนของกระแสบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ในช่วงฤดูหนาว

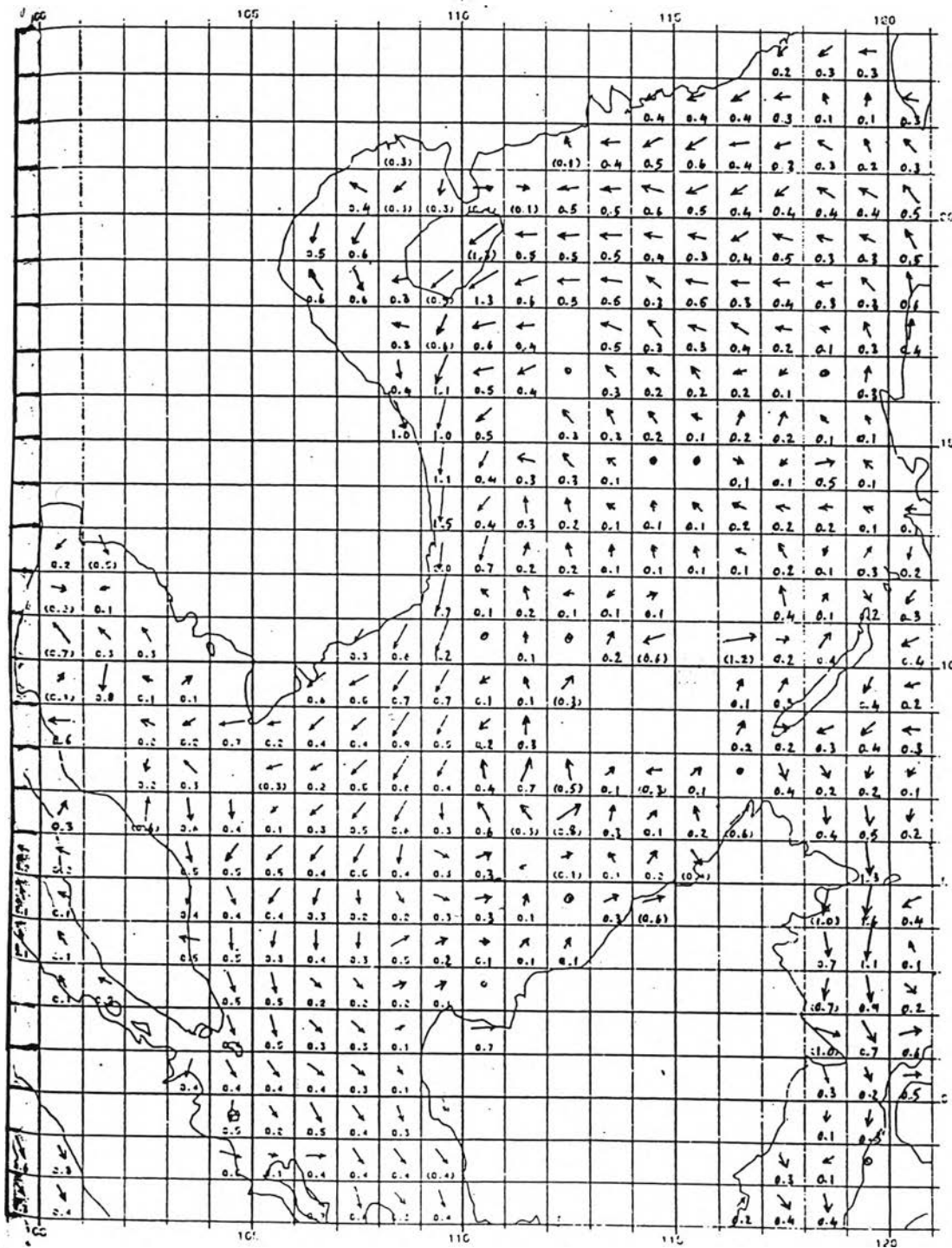
(เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม) : จาก อับสรสุดา ศิริพงศ์ 2527



รูป 6 การไหลเวียนของกระแสลมบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ  
 (เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน) : จาก อับสรสุดา ศิริพงศ์ 2527

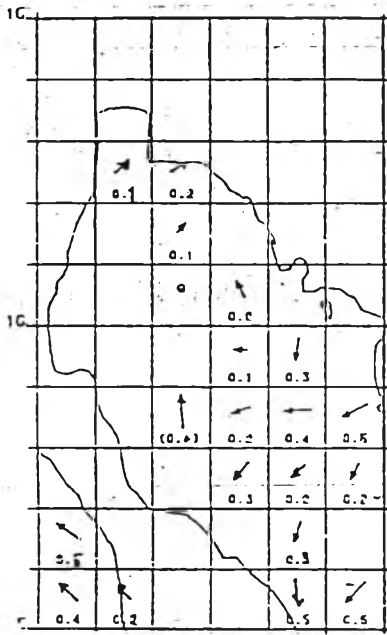


รูป 7 การไหลเวียนของกระแสลมบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ในช่วงฤดูร้อน  
 (เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน) : จาก อับสรสุดา ศิริพงษ์ 2527

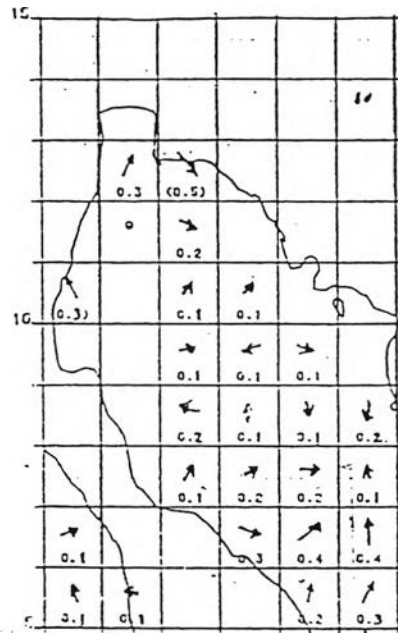


รูป 8 การไหลเวียนของกระแส น้ำบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ในช่วงฤดูใบไม้ร่วง

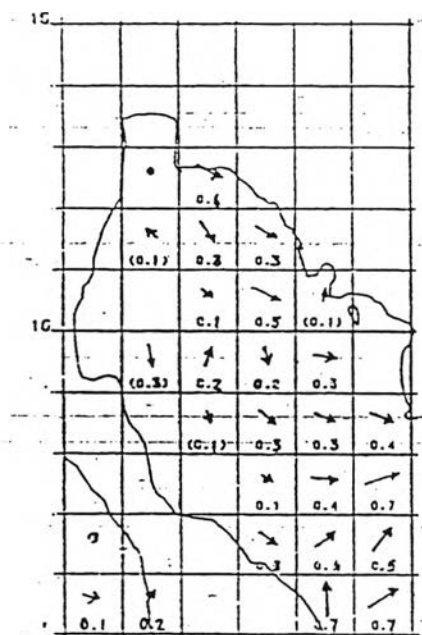
(เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม) : จาก อัปสรสุดา ศิริพงษ์ 2527



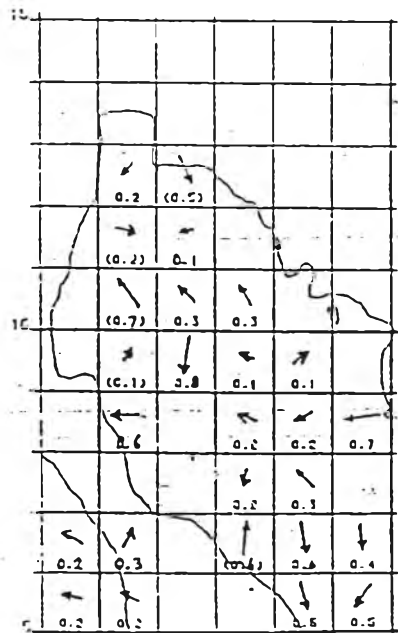
ฤดูหนาว (มกราคมถึงมีนาคม)



ฤดูใบไม้ผลิ (เมษายนถึงมิถุนายน)



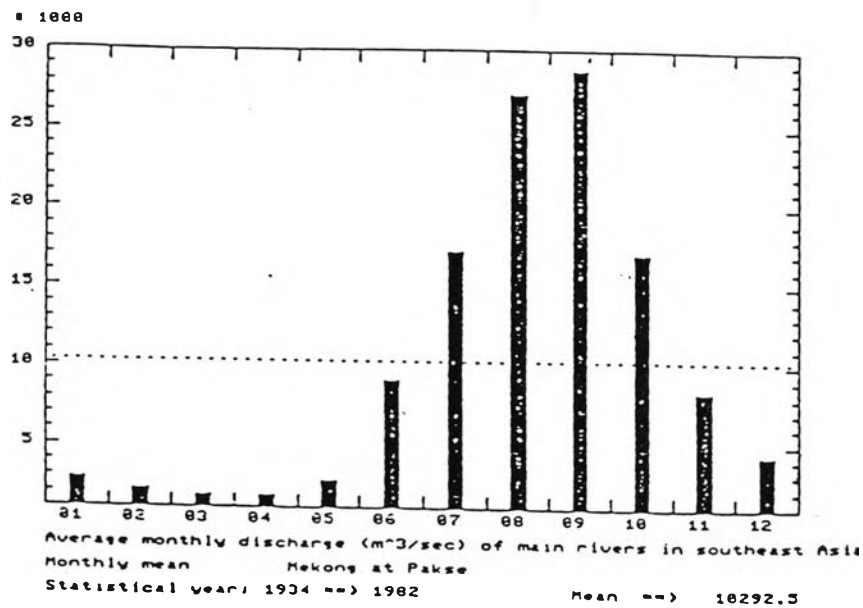
ฤดูร้อน (กรกฎาคมถึงกันยายน)



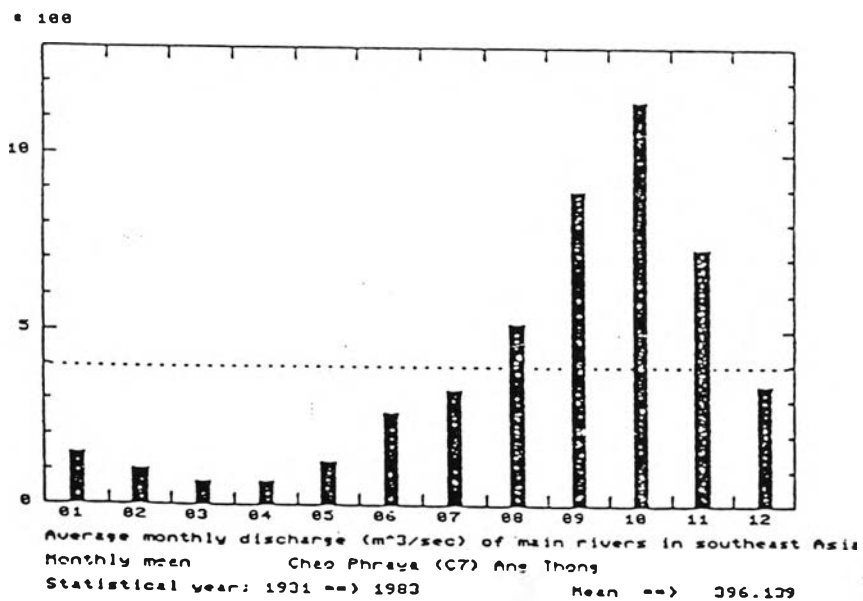
ฤดูใบไม้ร่วง (ตุลาคมถึงธันวาคม)

รูป 9 กระแสน้ำที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทย ลูกศรชี้ว่าไหลไปสูทิศไหน ความเร็วเป็นนอต

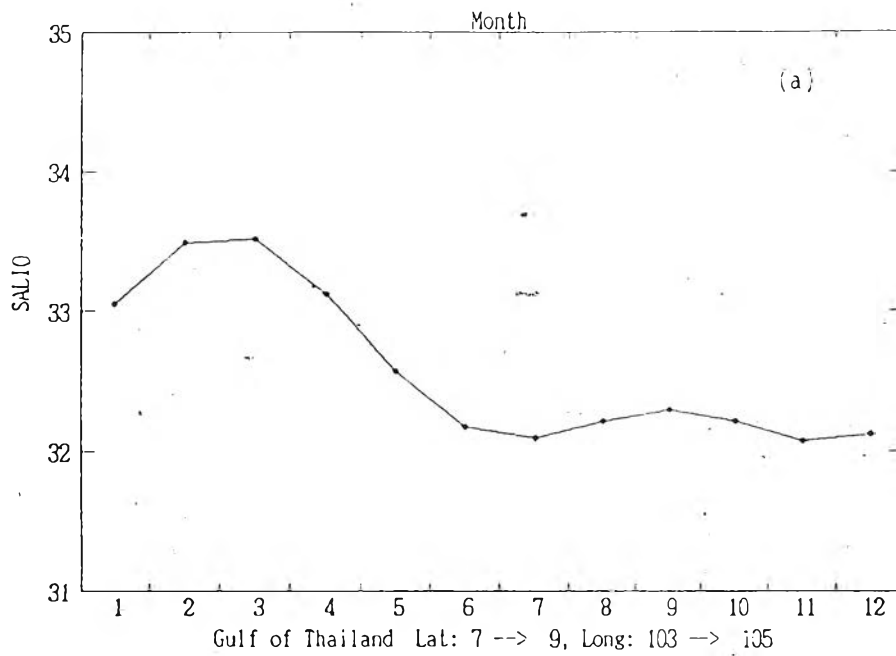
(จาก อับสรสุดา ศิริพงษ์ 2528)



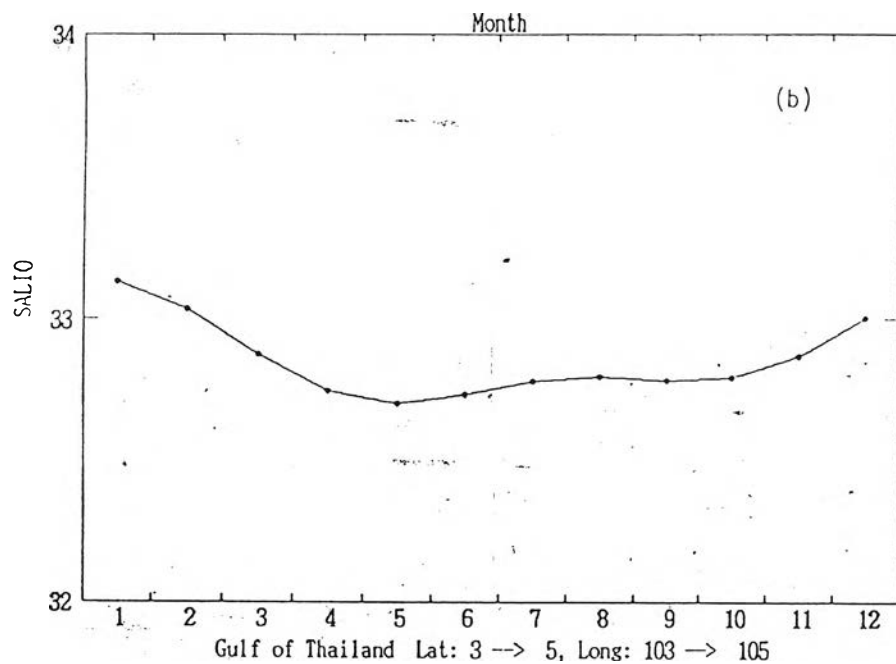
รูป 10.1 ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำโขงที่ปากเซโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1934 ถึง 1982  
 ( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



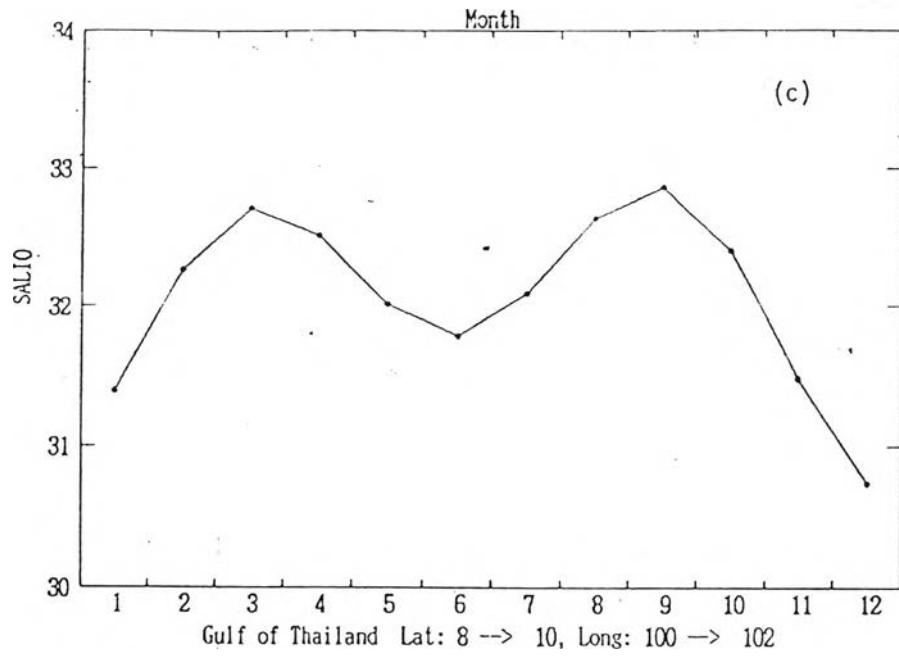
รูป 10.2 ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำเจ้าพระยาโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1931 ถึง 1983  
 ( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



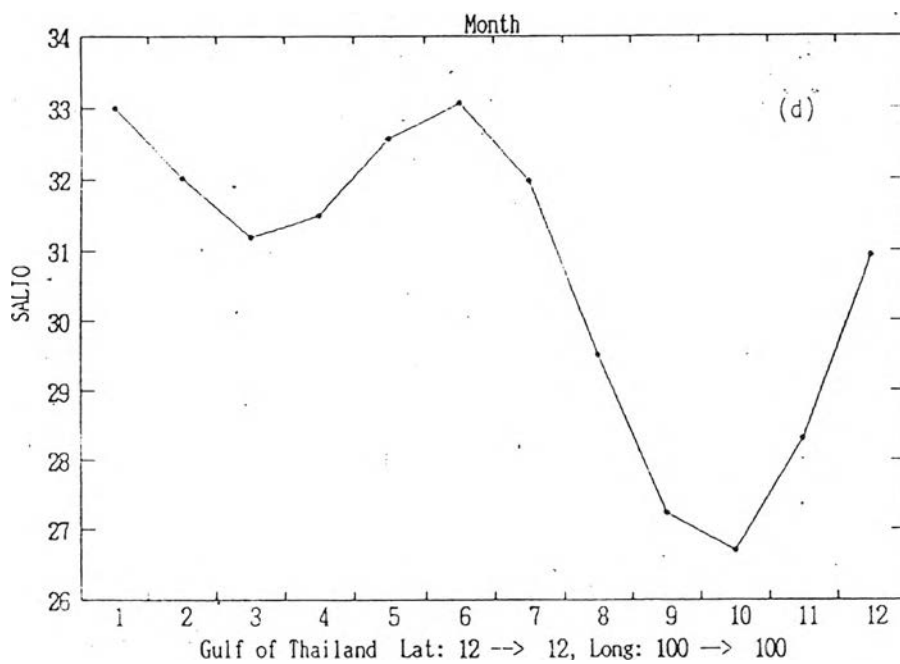
รูป 11.1 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ A  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



รูป 11.2 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ B  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )

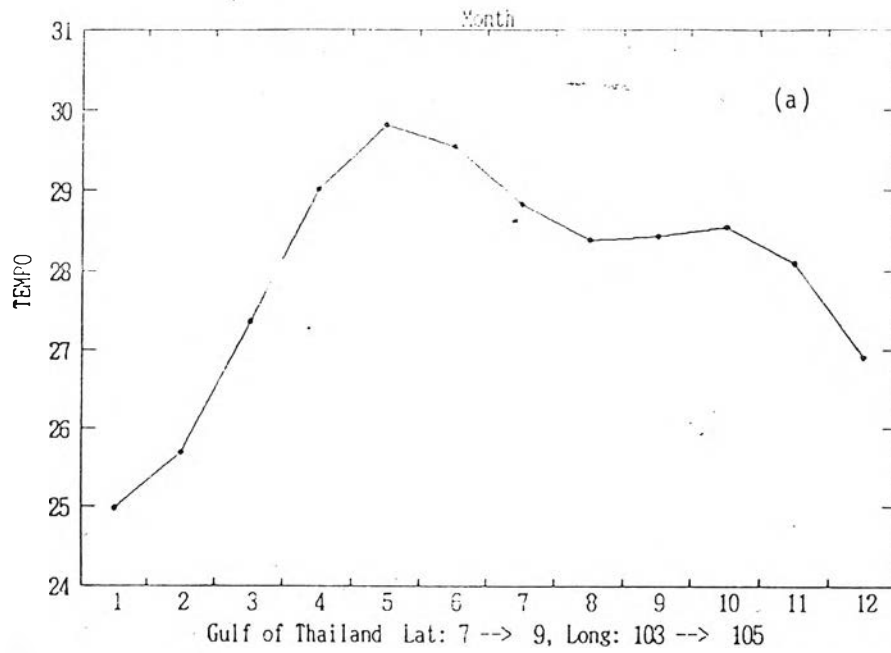


รูป 11.3 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ C  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )

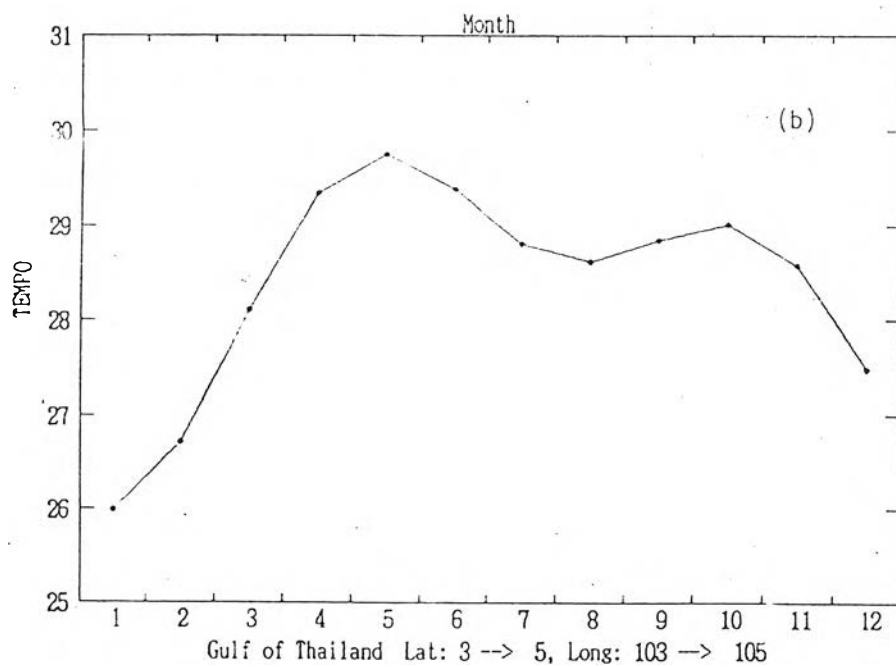


รูป 11.4 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ D  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )

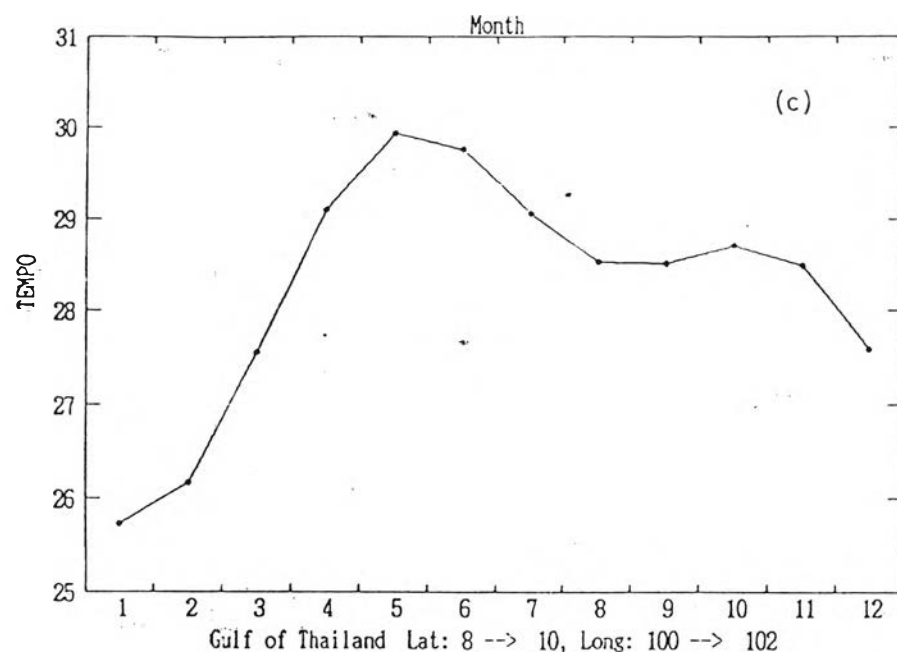




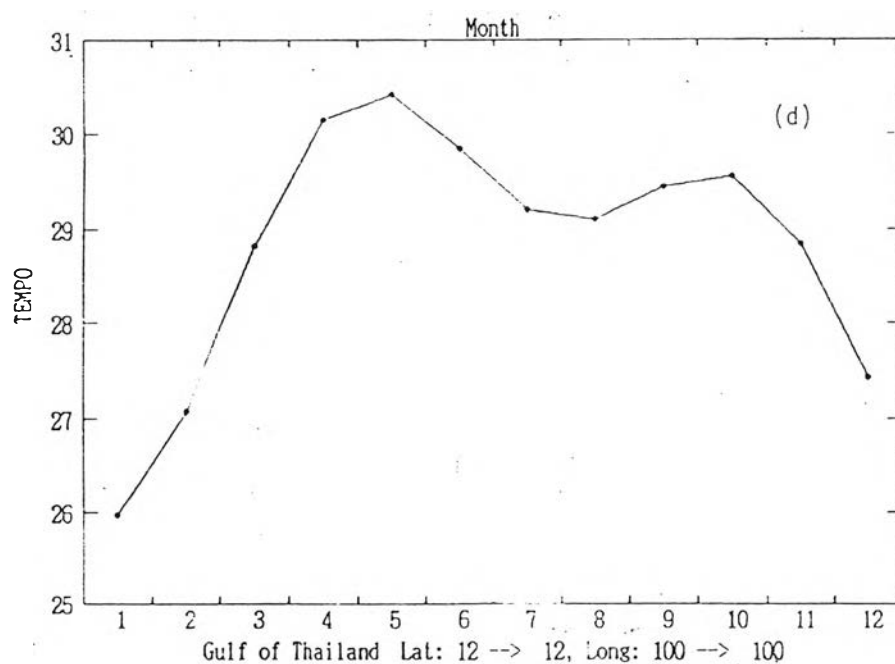
รูป 12.1 อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ A  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



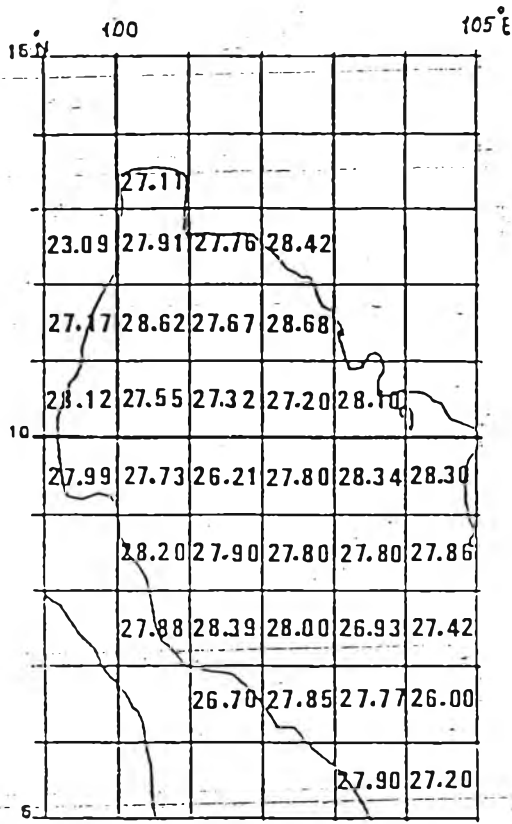
รูป 12.2 อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ B  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



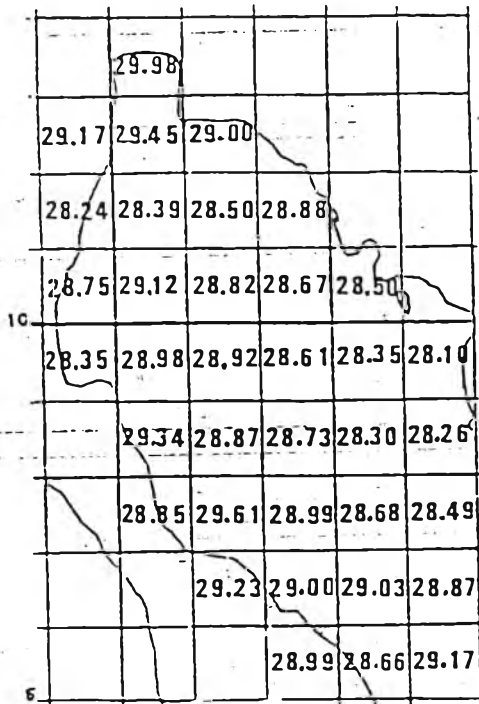
รูป 12.3 อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ C  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



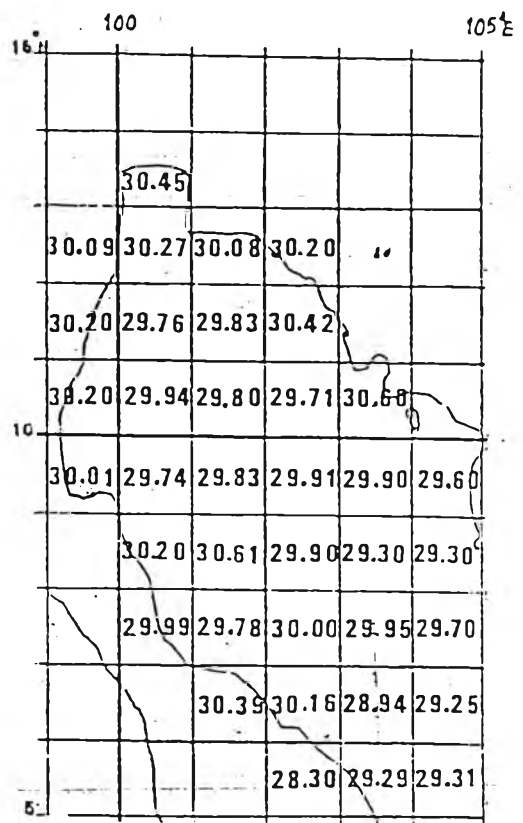
รูป 12.4 อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณพื้นที่ D  
( จาก Tomosada and Srisaengthong 1990 )



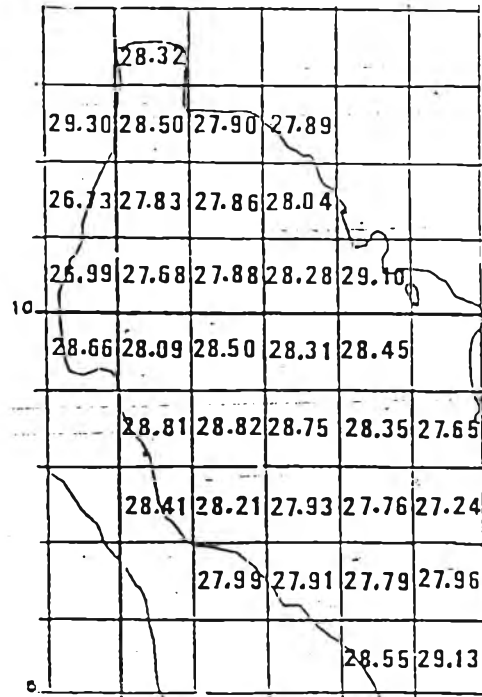
ฤดูหนาว (มกราคมถึงมีนาคม)



ฤดูร้อน (กรกฎาคมถึงกันยายน)



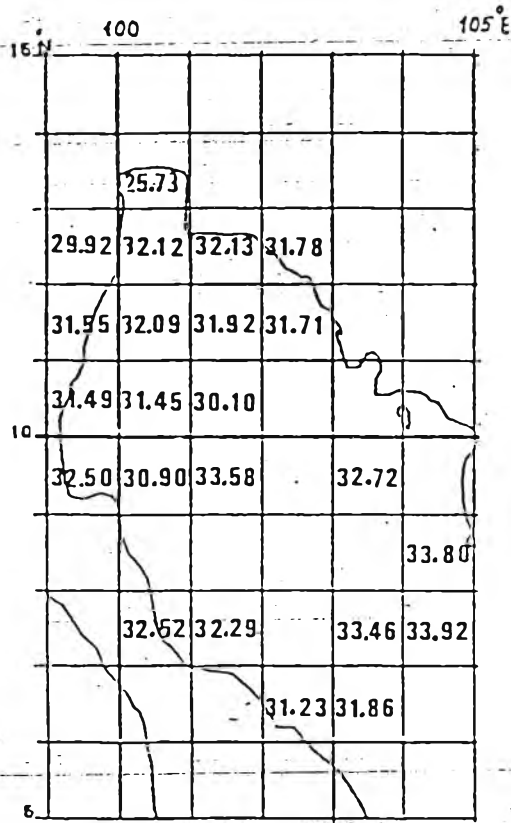
ฤดูใบไม้ผลิ (เมษายนถึงมิถุนายน)



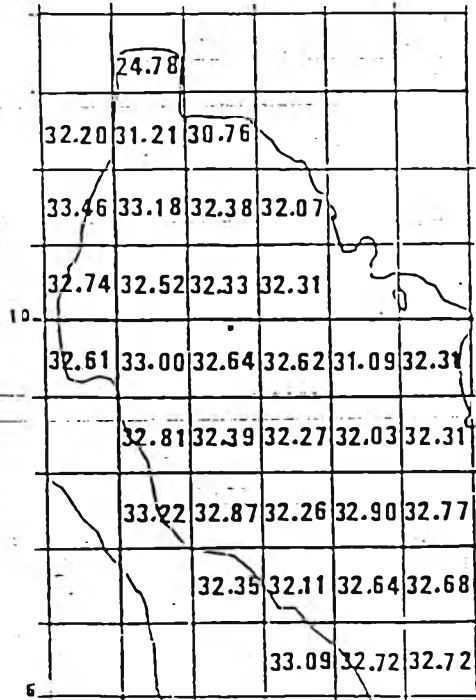
ฤดูใบไม้ร่วง (ตุลาคมถึงธันวาคม)

รูป 13 อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยใน 4 ฤดูกาล (องศาเซลเซียส)

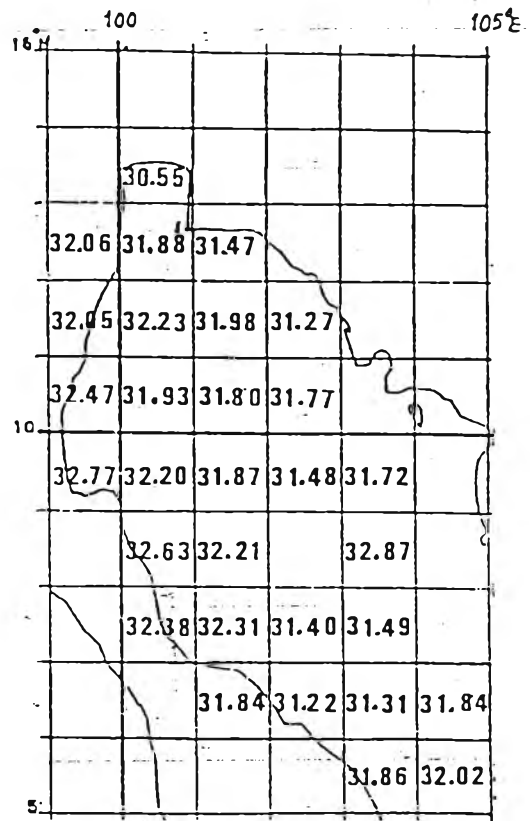
(จาก อัปสรสุดา ศิริพงษ์ 2528)



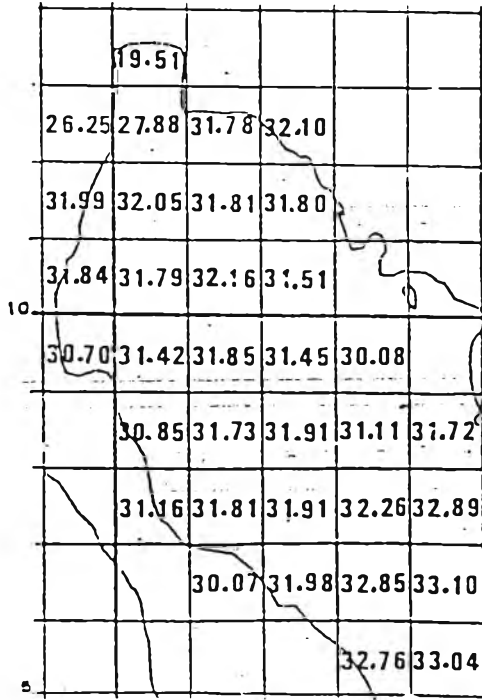
ฤดูหนาว (มกราคมถึงมีนาคม)



ฤดูร้อน (กรกฎาคมถึงกันยายน)



ฤดูใบไม้ผลิ (เมษายนถึงมิถุนายน)



ฤดูใบไม้ร่วง (ตุลาคมถึงธันวาคม)

รูป 14 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยใน 4 ฤดูกาล (%๐)

(จาก อับสรสุดา ศิริพงษ์ 2528)