

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19401002

研究課題名（和文）東南アジア諸国における地下水人工涵養の最適システムの開発と活用に関する調査・研究

研究課題名（英文）Field research on development and practical use of the optimum system of artificial groundwater recharge in Southeast Asian countries

研究代表者

肥田 登 (HIDA NOBORU)

秋田大学・名誉教授

研究者番号：70015832

研究成果の概要（和文）：ベトナム、ハノイ北西部の工業地帯（Thang Long 工業団地を含む）とタイ中央部の Kamphaeng Phet から Phichit の両県にかけての水田地帯において地下水人工涵養の予察的な研究を実施した。その結果、これら両地帯は、地下水人工涵養の導入に適した場所として認められた。ここで得られた成果は、今後、気候変動が予測されるモンスーン東南アジア域において、特に雨季の降水を水源とした地下水人工涵養の実践的展開に資するものである。とりわけ乾季に水資源の持続的確保が求められる農工業地帯での活用が期待される。

研究成果の概要（英文）：A preliminary study of artificial recharge of groundwater has been performed in an industrial area of Northwestern Hanoi, Vietnam, including Thang Long industrial zone, and in a rice field area from Kamphaeng Phet to Phichit Provinces, Thailand. As a result, these both areas were recognized as suitable places for introduction of artificial recharge of groundwater. The result provided here contributes to strategic development of artificial recharge of groundwater by using rain water as a source in wet season in particular, and sustains groundwater uses for agriculture and industry in Monsoon Southeast Asia under changing climate and economic activities.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	6,000,000	1,800,000	7,800,000

研究分野：水文学（Hydrology）

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：地下水人工涵養, aquifer recharge, 水循環, 水資源, 水環境, タンロン (Thang Long) 工業団地, タイ中央部水田地帯, モンスーン東南アジア

1. 研究開始当初の背景

地下水人工涵養に関する研究は、「21世紀は水の世紀」（UNESCO）と言われる中で国際的には

緊急な課題となっている。研究活動は「地下水人工涵養に関する国際シンポ（ISMAR）」に象徴される。地下水人工涵養は、ヨーロッパに

においては産業革命の当初から開発・実施され、その後各国に広がった (Bundesminister des Innern(1985) : Kuenstliche Grungwas-seranreicherung. *E. Schmidt, Berlin*, 559s. O'Hare, M.P., et al. (1986) : Artificial Recharge of Ground Water. *Univ. of Oklahoma*, 419p. などの文献)。日本では今日、特に池を使った人工涵養の研究が着手され始めた。モンスーン東南アジア諸国においても水需要の増大するなかで人工涵養の研究と活用は急を要す状況下にある。研究代表者はすでにベトナム、タイ、インドネシアの各現地調査・研究地区を訪れ本研究に先立つ予備調査を行った。

2. 研究の目的

地下水人工涵養は余剰の水を活用して地下水を人為的に強化（造り出す）方法である。強化の過程で水の浄化を兼ねることができる。ベトナム、タイなどモンスーン東南アジア域において地下水人工涵養の最適システムを見出し、これらを広く東南アジア諸国に敷衍・活用させることを目指す。

3. 研究の方法

(1) 研究組織は研究代表者、分担者（各1名、日本）と海外研究協力者（ベトナム、タイ、インドネシア、台湾より各1名）より構成した。

(2) 地下水人工涵養の研究地（涵養池や観測井等の諸施設、関連する水循環域）を対象として人工涵養に関する現地調査・観測を重ねる。対象地とあいてベトナム、ハノイ北西部の工業地帯（Thang Long 工業団地を含む）とタイ中央部の Kamphaeng Phet:KP から Phichit:PC の両 Province にかけての水田地帯を選定した。

(3) ハノイ北西部の工業地帯に3か所の観測井 OW1~OW3 を置いた。位置は OW1: 21° 06.951' N, 105° 45.346' E, OW2: 21°12.430' N, 105°45.008' E, OW3: 21°10.404' N, 105°44.090' E である。タイ中央部の水田地帯には2か所の観測井を置いた。KP:16° 29.711' N, 99° 41.414' E, PC:16° 30.748' N, 100° 06.264' E, である。上の各井戸に Logger を挿入して地下水位と

地下水温の通年観測を行った。併せて両地帯とも雨季、乾季の地下水の水質分析（主成分と安定同位体比）を行った。

(4) 人工涵養の方法として、ハノイ北東では池方式を前提とし、タイ中央部では雨水利用の井戸涵養を試みた。

(5) このほか、本研究組織の全員から成る「地下水人工涵養国際研究集会 (Annual International Research Meeting on Artificial Recharge of Groundwater)」を3回開催した。第1回 (Feb 04-06, 2008, Thai-Chiang Mai Univ), 第2回 (Nov 26-29, 2008, Taiwan_National Pingtung Univ), 第3回 (Nov 24-26, 2009, Hanoi_VAST) である。各回とも開催地の人工涵養研究施設の視察を併行した。

4. 研究成果

(1) 地下水位と地下水温の通年観測により次の結果を得た。ハノイ北東部, ① OW1 (南側, Red River 沿い) : 地下水位は乾季に低下し、集中豪雨に反応して上昇する。乾季に Thang Long 工業団地における地下水の揚水は水位の日変化と水低下を来たした。OW2 (北の Ca Lo River 側) : 雨季, 乾季ともに地下水位に顕著な変動は観られない。集中豪雨の際に地下水位の上昇が現れた。OW3 (OW1, OW2 のほぼ中間) : 地下水位の上下変動幅は微細である。その中で、地下水位は雨季に若干高く乾季に若干低い。OW1, OW2, OW3 の地下水位の相互関係 : 地下水位 Elev. m の高い順に, OW2 の 5~6m, OW1 の約-2~4m, OW3 の-7.3m である。② 地下水温は特別な集中豪雨が無い限り年変化を示さない。OW1 で約 25.5°C, OW2 で約 25.4°C OW3 で約 25.5°C を記録した。タイ中央部, ① 地下水位は, KP, PC とともに乾季に低く, 雨季に高い。KP の地下水位 Elev. m は, 乾季に約 65m, 雨季に 69m を超えた。PC 地下水位 Elev. m は, 乾季に約 30m, 雨季に約 40m に達した。② 通年の地下水温は, KP でほぼ 28.2°C, PC でほぼ 29.0°C である。いずれの地点とも, 降雨によって微量の変動は現れる。

(2) ハノイ北西部の方行地帯, 及びタイ中央部の水田地帯は, 「地下水人工涵養の導入と地下水の管理保全に適するモンスーン東南アジアモデルの構築」に資する一帯であることを見出した。

(3) 得られた成果は, 今後, 気候変動が予測されるモンスーン東南アジア域において, 特に雨季の降水を水源とした地下水人工涵養の実践的展開に敷衍されるものである。とり

わけ乾季に水資源の持続的確保が求められる農工業地帯において差し迫った活用が期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Hida, N., Managed aquifer recharge by using spreading basin methods on alluvial fans: a general overview of the situation in Japan. *BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO (special issue devoted to artificial recharge of groundwater), Spanish Geological Survey (IGME)*, 120(2), 311-320, 2009, 査読有
- ② Hida, N. and Kagabu, M., Managed aquifer recharge (MAR): the relationship between surface water temperature in recharge basin and groundwater temperature-The case of the Rokugo alluvial fan, in northern Japan. *Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences*, Vol. 38, No. 3, 117-122, 2009, 査読有
- ③ 肥田 登, (巻頭言) 地下水人工涵養: 世界の動向など. 地下水学会誌, 第 50 巻, 第 2 号, 63-64, 2008, 査読無
- ④ Hida, N., An overview of experiences of basin artificial recharge of ground water in Japan. *Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences*, Vol. 37, No. 4, 295-302, 2009, 査読有

[学会発表] (計 10 件)

- ① 肥田 登・Nguyen Van Giang・利部 慎: Hanoi 北西部 Thang Long 工業団地域の地下水位・水温・水質: 地下水人工涵養の導入を前提に. *日本地下水学会, 2010*

秋季講演会講演要旨, 和歌山, 2010/11/11-13, 280-281, 2010.

- ② 利部 慎・肥田 登: 地下水人工涵養の効果: 秋田県六郷扇状地の涵養池および水田灌漑. *日本地下水学会, 2010 秋季講演会講演要旨, 2010/11/11-13, 和歌山, 146-149, 2010.*
- ③ Nguyen Van Giang and Hida, N.: Efficient groundwater management approach for North Thang Long and Quany Minh industrial zones - Hanoi, Vietnam. *XXXVIII IAH Congress, Krakow, 12-17 Sept 2010*, Poster No. 323, 2010.
- ④ Nguyen Van Giang and Hida, N., Study of hydrological characteristics and hydrogeological conditions for management of aquifer recharge in NW Hanoi area. *International Symposium on Efficient Groundwater Resources Management, Bangkok, Thailand, Feb 2009, Abstract Book*, 82, 2009
- ⑤ Hida, N., Nguyen Van Giang and Kagabu, M., Experience of managed aquifer recharge using basin method in the Rokugo alluvial fan, Northern Japan. *International Symposium on Efficient Groundwater Resources Management, Bangkok, Thailand, Feb 2009, Abstract Book*, 87-88, 2009
- ⑥ Giang, N. V. and Hida, N., Hydrological characteristics and hydrogeological conditions for MAR project on Hhang Long and Quang Minh industrial zones, Hanoi. *IRMARG3: The Third Annual International Research Meeting on Artificial Recharge of Groundwater, Nov. 24-28, 2009, Hanoi, VIETNAM*, 2009

- ⑦ Utomo, E. P., The Application of ASR to increase shallow groundwater potential with case study at Jakarta greater area. *IRMARG3: The Third Annual International Research Meeting on Artificial Recharge of Groundwater*, Nov. 24-28, 2009, Vietnam Academy of science and Technology, Hanoi, VIETNAM, 2009
- ⑧ TING, C-S., The studies of artificial recharge of groundwater at Pingtung Plain, Taiwan. *IRMARG2: The Second Annual International Research Meeting on Artificial Recharge of Groundwater*, Nov. 26-28, 2008, Dept of Civil Eng, National Pingtung Univ of Science and Technology, Pingtung, TAIWAN, 2008
- ⑨ Fongsaward S. Singharajwarapan, Recharge enhancement using rooftop rainwater and stormwater: A case study from Thailand. *IRMARG 1 : The First Annual International Research Meeting on Artificial Recharge of Ground Water*, Feb. 04-06, 2008, Groundwater Technology Service Center (GTSC), Faculty of Science, Chiang Mai University, THAILAND, 2008
- ⑩ Hida, N. and Kagabu, M., Artificial Recharge of Ground Water in the Rokugo Alluvial Fan, North Japan: Experiment of April and September. *ISMARG*, Phoenix, USA, Oct 2007

[図書] (計 0 件)

[産業財産権] (計 0 件)

[その他]

造水シンポジウム：「東南アジアにおける河川浄化と地下水保全の課題と展望」2009年

12月18日開催、東京、(財)造水促進センター主催において、本研究課題の代表者と海外研究協力者(タイ: Fongsaward, S.S., ベトナム: Giang, N.V., インドネシア: Utomo, E.P.)が本研究課題の研究成果を取り込んだ講演を行った(シンポジウム冊子:「造水シンポジウム2009」,(財)造水促進センター, 2009所収)。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

肥田 登 (HIDA NOBORU)
秋田大学・名誉教授
研究者番号: 70015832

(2) 研究分担者

網田和宏 (AMITA KAZUHIRO)
秋田大学・工学資源学研究科・助教
研究者番号: 20378540

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者 (海外のみ4名)

Nguyen Van GIANG

Professor, Institute of Geophysics,
Vietnamese Academy of Science and
Technology (VAST), Hanoi, VIETNAM

Fongsaward SINGHARAJWARAPAN

Professor, Dept. of Geological Sciences,
Faculty of Science, Chiang Mai Univer-
sity, THAILAND

Edi Prasetyo UTOMO

Senior Researcher of Division for Engin-
eering Geology and Earth Conservation of
Research Centre for Geotechnology, Ind-
onesian Institute of Sciences (LIPI),
Bandung, INDONESIA

Cheh-Shyh TING

Professor, Dept. of Civil Engineering,
National Pingtung University of Science
and Technology, Pingtung Hsien, TAIWAN,
ROC