

平成30年7月豪雨時のダムの洪水調節操作と今後の課題

Dam Operation for Flood Control during Heavy Torrential Rainfall in July 2018 – Challenges and Solutions

角 哲也・野原大督

Tetsuya SUMI and Daisuke NOHARA

Synopsis

In the torrential rain disaster in July 2018, heavy rain over a long period occurred in a wide area mainly in western Japan which caused severe flooding in various places. There were many catchment basins greatly contributing to reduce the flood water level in the downstream river by the flood control operation of the dam reservoir. Meanwhile, due to prolonged rainfall, the flood control capacity of the dam is expected to be full, and some dams carried out the emergency spillway gate operation at the time of extreme flooding. In this paper, we outline the implementation status of the dam flood control operation in the heavy rain disaster, analyze the effect and problem, and describe the direction of countermeasures for these problems for large-scale flooding in the future.

キーワード: ダム洪水操作, 平成30年7月豪雨, 異常洪水時防災操作, 事前放流, ダム再開発

Keywords: flood control operation, torrential rainfall in July 2018, emergency spillway gate operation, preliminary release, dam upgrading under operation

1. はじめに

活発な前線の停滞と台風から変わった温帯低気圧などの影響により, 平成30年6月28日から7月8日にかけて, 西日本を中心とした広い範囲で大雨となった. 特に, 7月5日から7月8日にかけて前線が停滞した西日本やその周辺では記録的な大雨となり, 大規模な出水に伴う河川氾濫や浸水が各地で発生した. 治水用ダム貯水池が建設されている河川流域の多くでは, ダムの洪水調節操作が下流河川の水位の低減, 浸水被害の軽減に貢献した. 一方, 記録的な出水により, 洪水調節容量が満水の見込みとなったことから, ダムが異常洪水時防災操作を実施し, 出水期間中にダムの洪水調節機能が失われることになった流域が出るなど, 大規模出水時におけるダム防災操作の課題

も顕わになった.

本稿では, 平成30年7月豪雨におけるダム治水操作の実施状況を概観しながら, 大規模出水時におけるダム治水操作の効果と課題を考察し, これらの課題を克服するための今後の対応策の方向性を論じる.

2. ダムの洪水調節操作

ダムの洪水調節をFig. 1に模式的に示す. ダムは, 洪水時の流入量増加に従って洪水調節ルールに従った量をダム貯水池に貯留する洪水調節操作を行う(3→4). 洪水流入量のピークを迎えると放流量を固定(4→5)するが, その間にダム水位は次第に上昇してくる. ダムの洪水調節機能はダム水位が洪水時満水位(サーチャージ水位)に到達するまでであるが,

これに到達・超過することが予測される場合には、流入量＝放流量の異常洪水時防災操作に移行（5→6）させることが規定されている。なお、洪水調節容量が小さいダムの場合には、不足する容量を補うために、降雨予測に基づいて事前のダム水位を低下させる事前放流（1→2）を行う場合がある。ここで、ダムに貯留される水量は図の斜線部分（上下とも3～6の部分）である。

3. 平成30年7月豪雨におけるダム治水操作の状況

3.1 出水の状況

平成30年6月29日に日本の南で発生した台風7号は、東シナ海を北上したのち、7月4日に日本海で温帯低気圧に変わった。当時日本海から北日本にわたって停滞していた前線は、7月4日に北海道付近に北上した後、7月5日には西日本付近に南下し、その後7月8日頃まで停滞した。前線や台風7号の影響により、日本付近には暖かく湿った空気が流入し、合わせて11府県に大雨特別警報が発表されたほか、全国の120地点を超える気象庁アメダス観測地点において最大48時間降水量および最大72時間降水量の記録を更新するなど、西日本を中心に広い範囲で記録的な豪雨が生じた（気象庁、2018）。

こうした中で、多くの河川流域において、ダム貯水池による洪水調節操作が実施された。国土交通省所管のダムについては、全国の558基のダムのうち、およそ4割にあたる213基のダムで防災操作（洪水調節）を実施し（異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会、2018）、中には下流河川における浸水被害の防止・軽減に大きく貢献したものもある。その一方で、洪水調節を実施したダムのうち、8基のダムについては、長期間にわたる豪雨により、洪水調節容量を使い切ることが見込まれたことから、異常洪水時防災操作に移行し、出水の最中に流入量と同程度の放流を行うことを余儀なくされた。

Table 1にこれらの8ダムによる異常洪水時防災操作の概要を示す（角・野原、2019）。ほとんどのダムでは、洪水調節容量使用率が9割以上となっており、うち5ダムでは洪水調節容量を全て使い切っている。当然ではあるが、いずれのダムにおいても最大放流量は最大流入量を下回っている。最大流入量 $Q_{\max}$ を最大放流量 $R_{\max}$ で除した $Q_{\max}/R_{\max}$ を放流率と呼ぶことにすると、一庫、引原両ダムにおいては放流率が0.5程度で、最大流入量に対して最大放流量を概ね半減させている。これらのダムでは、流入量の最後の

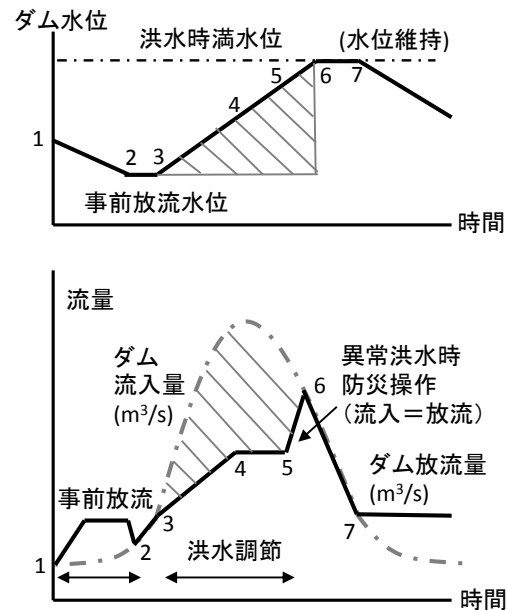


Fig. 1 Typical flood control operation of a dam

ピーク後に異常洪水時防災操作に移行しており、全てのピークで洪水調節を行っていることから、下流にとって大きな治水効果があったことがうかがえる。

一方、流入量の最終ピーク前に異常洪水時防災操作に移行したダムでは放流率が高くなっている。このうち、複数の流入ピークのうち最大のピーク後に異常洪水時防災操作を実施した日吉、河本各ダムでは、ダムが無い場合と比べて最大放流量をそれぞれ28%、15%低減し、一定の治水効果が見られる。（ただし、日吉ダムでは流入量の最大ピーク時に通常の洪水調節操作を継続しており、相当な放流調節を行っている。）しかし、流入量の最大ピーク前に同操作に移行したダム（野村、鹿野川、野呂川）にあっては、放流率がいずれも0.9を超えており、ダムが無い状態と比べた最大放流量の低減割合が2～7%となるなど、最大ピーク時に大きな洪水調節効果が得られない結果となった。

ダム流入波形で見ると、後期集中型の強いピークを持った一山波形と、長期間におよぶ複数ピークから構成される波形との2種に大別できる。以下では、前者の事例として肱川水系野村ダム、後者の例として淀川水系日吉ダムでの防災操作事例について検討する（Fig. 2, Fig. 3を参照、ただし、それぞれ国土交通省の水文水質データベースの時間データを元に作図しているため、最大流入量や最大放流量の値が10分データと異なる）。

Table 1 List of dams where emergency spillway gate operation were conducted in Japan Floods in 2018 (角・野原, 2019)

ダム	水系	流入波形 タイプ	最大流入量 $Q_{\max}$ [m ³ /s]	最大放流量 $R_{\max}$ [m ³ /s]	放流率 $R_{\max}/Q_{\max}$	異常洪水時 防災操作 開始の時期	洪水調節 容量 使用率
野村	肱川	一山・後期集中	1942	1797	0.93	ピーク前	10割以上
鹿野川	肱川	一山・後期集中	3800	3742	0.98	ピーク前	10割以上
岩屋	木曽川	複数ピーク	1340	945	0.71	最終ピーク時	9割以上
一庫	淀川	複数ピーク	626	332	0.53	最終ピーク後	9割以上
日吉	淀川	複数ピーク	1258	907	0.72	最大ピーク後	10割以上
引原	揖保川	複数ピーク	285	135	0.47	最終ピーク後	8割以上
河本	高梁川	複数ピーク	877	747	0.85	最大ピーク後	10割以上
野呂川	野呂川	複数ピーク	187	178	0.95	最大ピーク前	10割以上

3.2 肱川水系野村ダムの状況

肱川水系の野村ダムは有効貯水量1270万m³、うち洪水期の洪水調節容量350万m³の多目的ダムである。野村ダムの計画高水流量は1300 m³/sで、これに対する計画最大放流量は1000 m³/sだが、下流河道の疎通能力が小さいため、下流自治体からの要請を踏まえて、放流を大幅に制限する洪水調節方式が暫定的に採用されている。すなわち、流入量が300 m³/sを超えた時点から洪水調節容量の約4割に相当するEL167.8mの貯水位に達するまで放流量を300 m³/sの一定とし、EL167.8mに貯水位が達した後は放流を400 m³/sまで速やかに上げたのち、ダム流入量が最大となる時までゲート開度を保つ方式である。流域面積(168 km²)に対する洪水調節容量も大きくはなく、相当雨量(洪水調節容量を流域面積で除した値)は約21mm程度である。これらのことから、出水規模が大きくなると洪水調節のための空き容量が少なくなりやすい構造となっている。

今般の豪雨時には、これを補完するため、事前放流により追加で350万m³の空き容量を確保しており、迎洪水時には合計で600万m³の空き容量が確保されていた。しかし、実際には計画規模(1/100)の365 mmを大きく上回る421 mmの48時間雨量を記録し、降雨最後期に時間雨量25～50 mmの強雨が6時間にわたって降るなどの悪条件も重なり、流入量がピーク(1942 m³/s、計画高水流量の1.49倍)に達するより前に、異常洪水時防災操作に移行することとなった(Fig. 2も参考)。このため、流入量ピーク時に十分な洪水調節効果を引き出すことはできず、最大放流量は1797 m³/s(計画最大放流量の1.8倍)となり、また、ピーク直前での摺り付け操作のため、急激な放流の増加が生じる結果となった。これに伴う氾濫により、残念ながら野村ダム下流において5名、また同様の操作を行った鹿野川ダム下流において4名の入

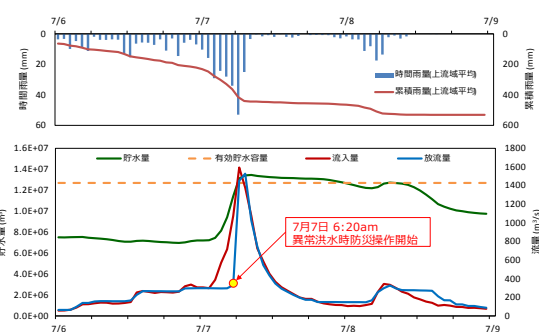


Fig. 2 Flood control operation by the Nomura Dam

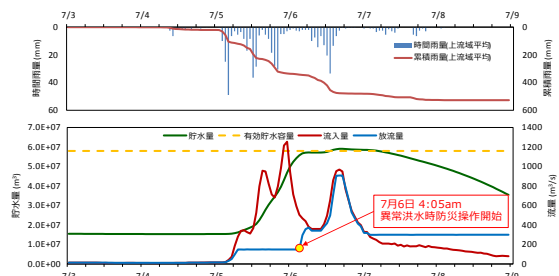


Fig. 3 Flood control operation by the Hiyoshi Dam

的被害が生じている。ただし、異常洪水時防災操作に移行するまでの間、放流量を無害レベルに抑えていることから、下流の氾濫が始まるとされる流量に達するまでの時間を遅らせることには成功している。

3.3 桂川水系日吉ダムの状況

淀川水系日吉ダムは、支川の桂川上流に設置された有効貯水量5800万m³、うち洪水期の洪水調節容量が4200万m³の多目的ダムである。日吉ダムの洪水調節は、基本計画では計画高水流量2200 m³/sのうち最大500 m³/sの放流を行うよう計画されているが、こちらも下流河道の整備状況を踏まえ、現時点の規則で

は、最大1510 m³/sの流入量に対して150 m³/sの一定量放流を行うよう、暫定的に運用されている。

平成30年7月豪雨では、日吉ダムを含む桂川流域では、複数のピークを持った長期間にわたる大雨に見舞われた（Fig. 3）。日吉ダム上流域における総雨量は492 mmに達し、最大48時間雨量は420 mmを超え、ダムの計画雨量349 mmを超過する記録的な豪雨となった。流入量の大きなピークは3回現れ、そのうち最初の2回のピークでは、150 m³/sの一定量放流を実施し、最大のピークとなった2度目のピーク時（最大流入量1258 m³/s）には、ダム地点からの流出水量を約9割低減するなど、大きな洪水調節効果を発揮した。しかし、その後、ダムの空き容量が無くなる見通しとなったため、2度目のピークの終わり頃に異常洪水時防災操作に移行（Photo 1）した。そのため、その後に発生した流入量の3度目のピーク時には、ほとんど洪水調節が行えない状態となった。幸い、残流域からの流出のピークが洪水調節を行っていた2度目の流入量のピーク頃であり、3度目の流入量ピーク時における残流域からの流出が比較的小さく（角，2018），異常洪水時防災操作実施中の下流地点の水位は、2度目のピーク時の水位と同水準となったため、結果として効果的にダムを運用した形となった。ただし、最後のピーク時における降雨がもう少し強かったり、あるいは最後にもう一度まとまった降雨が生じたりした場合には、ダムに空き容量の無い状態で流入量の最大ピークを迎えていた可能性があり、この点はよく吟味することが必要である。

4. ダム洪水調節操作の課題と対策の方向性

以上の事例を踏まえた上で、特に大規模出水時における現状のダム洪水調節操作の課題と、その対応策の方向性について述べたい。

4.1 治水機能の再評価

今般の豪雨災害では、ダムが持つ洪水調節機能が決して無限ではないことが改めて浮き彫りになった。その意味で、ダムが持つ治水機能を再度適切に評価することが重要であると考えられる。まず、ダムの洪水調節容量が集水面積に照らして十分かどうかという点である。Fig. 4 に、2014～2018年に異常洪水時防災操作を実施したダムの相当雨量とその時の実績総雨量との関係を示す。グラフ上で実績総雨量が相当雨量の2倍、4倍、8倍となる点をそれぞれ直線で結んで併記している。平成30年7月豪雨で異常洪水時防災操作を実施したダムのうち、野村ダム、鹿野川ダムを含む4基のダムについては、相当雨量に対する



Photo 1 Hiyoshi Dam under the emergency spillway gate operation (provided by Japan Water Agency).

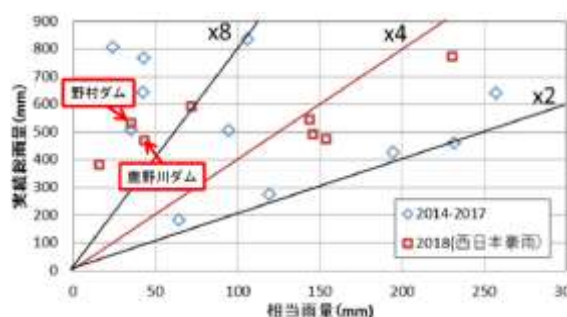


Fig. 4 Relationships between equivalent rainfall and observed rainfall of the dam reservoirs which carried out emergency spillway gate operation.

実績雨量の比が8倍以上となっている。既往研究により、この比が4倍以上になるとダムの洪水調節容量が不足していることが示されており（倉橋ら，2018），同比が8倍以上というのはそもそも相当雨量が極めて小さい。ダムによる洪水調節効果を十分発揮させるためには、集水面積に見合うだけの洪水調節容量が得られるよう、今後状況を改善すべきであると考えられる。特に前線性の降雨を主に経験してきている流域では、今後気候変動等の影響に伴い外力が増大する可能性が懸念されることから、ダムの貯留能力が不足するところにあつては、まずはこれを向上させることが重要である。

なお、異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会（2018）では、Fig. 4 のような整理を参考に、異常洪水時防災操作を行ったダムを含む全国の国土交通省所管ダムがFig. 5, Fig. 6 のように整理された。これにより、洪水調節容量を流域換算した相当雨量を用いた全国のダムの相対比較と、実績雨量に対する容量不足度が明確に示された。

なお、今回の豪雨災害では、下流河川の整備が進

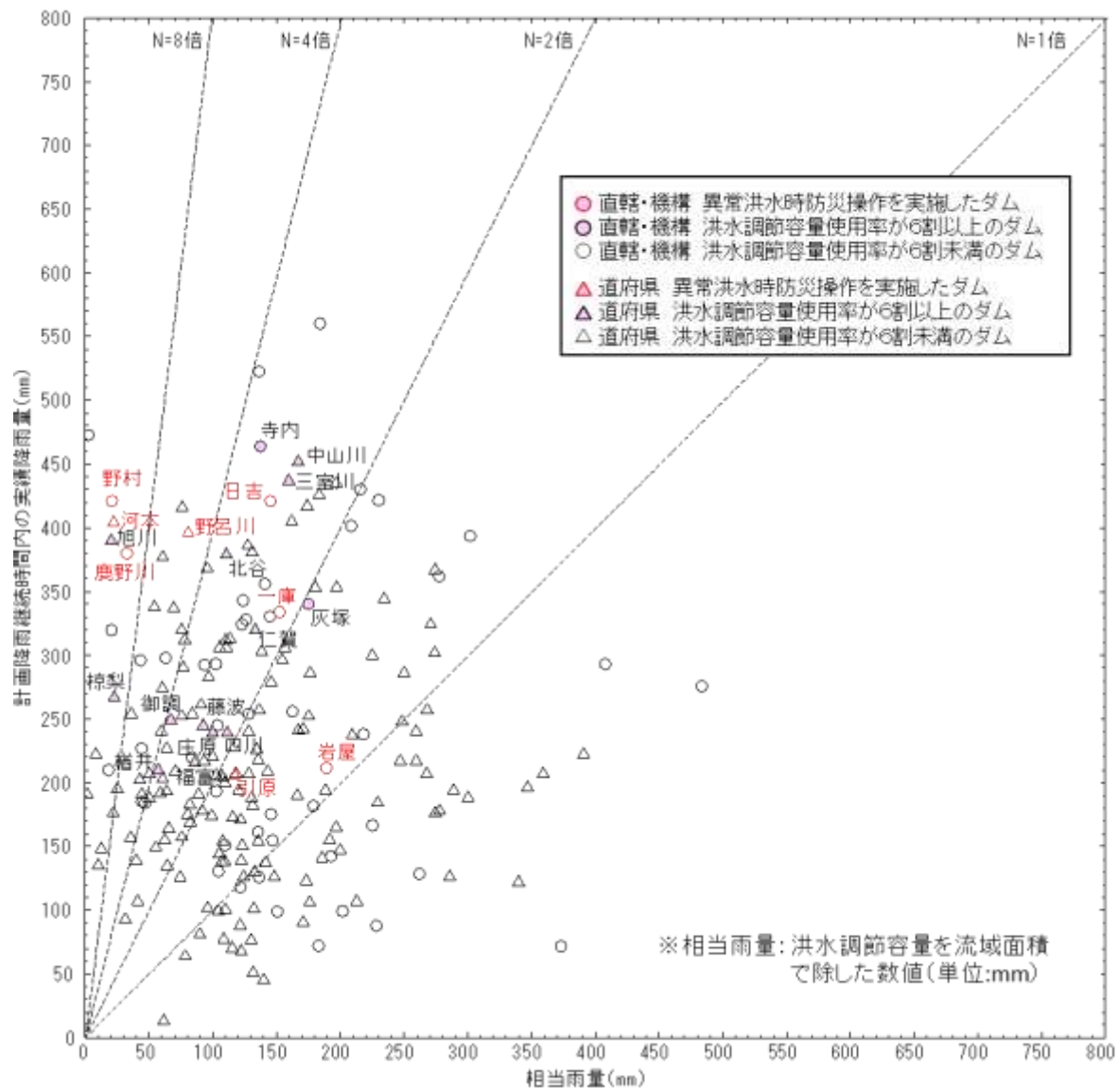


Fig. 6 Relationships between equivalent rainfall and observed rainfall over the duration time of the designed flood of dam reservoirs governed by the Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会 (2018)).

いないケースが見られた。そのため、それぞれのダムで情報伝達方法の現状を点検し、改善を早急に進める必要があると考えられる。特に、ダム管理者から、下流自治体を経て住民まで伝わるまでの情報伝達の流れの確実化・迅速化が求められる。

ダム管理者による放流警報（サイレン、スピーカなど）に関しては、河川内の立ち入り者に対する警報に重点が置かれて、河道外の住居側に対して聞き取りにくい構造になっている場合（従来、苦情があって意図的に住居側に聞こえにくくなっている場合あり）があったり、ダムからの放流開始と、異常洪水防災操作開始が同じ警報モードになっており、危機感が伝わらなかったりしたことが課題とされてい

る。また、ダム直下流の河道区間に浸水想定（ハザードマップ）が設定されていない場合もあり、早期の整備が求められる。

さらには、避難に時間を要する要介護施設などの施設管理者などに、クリティカルな情報をいかに的確に伝えるかが重要である。野村ダム下流のグループホームでは、自宅で防災無線の呼びかけを聞いた施設事務局長が、宿直担当者に急遽連絡を入れて入居者を避難させた結果、放流開始直前に避難させることに成功したとの報告が行われている。

このように、今回の豪雨災害においては、特に、ダムの状態に関する情報提供について多くの課題が顕在化した。これに対しては、水害時の危機管理は

ダム管理者にすべてを任せるのではなく、下流住民を含めて皆で行うものであるとの認識を高める工夫が必要である。特にダム現有治水能力を上回る超過洪水時に、どのような状況が起こり得るのか、あらかじめ想定した上で、防災訓練のような形で感覚を共有しておくことが重要である。

5. おわりに

本稿では、平成30年7月豪雨災害におけるダム治水操作の実施状況を概観しながら、大規模出水時におけるダム治水操作の効果と課題を考察しつつ、これらの課題を克服するための今後の対応策の方向性を述べた。なお、今後の対応策の方向性については、異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会（2018）による提言にも記載されているので、合わせて参照されたい。

謝 辞

本稿を取りまとめるにあたり、国土交通省河川環境課流水管理室より異常洪水時防災操作に関するデータの提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会（2018）：異常豪雨の頻発化に備えたダムの

洪水調節機能と情報の充実に向けて（提言）、
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chousetsu_kentoukai/index.html（2019年6月22日確認）。

気象庁（2018）：平成30年7月豪雨（前線及び台風第7号による大雨等）。

木谷和大・道広有理・野原大督・角 哲也（2018）：ECMWFアンサンブル予測雨量の予測特性及びダム運用への活用に関する基礎的検討，土木学会論文集B1(水工学)，74(5)，I_1321-I_1326。

倉橋 実・永谷 言・川村育男・角 哲也（2018）：超過洪水に対する既設ダムの治水機能評価と機能向上に向けた再開発手法の検討，土木学会論文集B1(水工学)，74(4)，I_1357-I_1362。

角 哲也（2018）：ダムの洪水調節効果と異常洪水時防災操作の課題，西日本豪雨災害の緊急報告会（日本学術会議公開シンポジウム・防災学術連携体緊急報告会）講演資料。

角 哲也・野原大督（2019）：平成30年7月豪雨でのダム治水操作と今後の課題，ダム工学，第29巻，第1号，pp. 28-33。

Inomata, H., Kawasaki, M. and Kudo, S. (2018): Quantification of the risks on dam preliminary release based on ensemble rainfall forecasts and determination of operation, J. Disaster Res., Vol.13, No.4, pp.637-649.

（論文受理日：2019年6月17日）