

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)  
 研究期間：2007 ～ 2009  
 課題番号：19510234  
 研究課題名 (和文) 徳山ダム建設による河川環境の変動が絶滅危惧植物タコノアシに及ぼす影響評価  
 研究課題名 (英文) Influence of the Tokuyama dam construction on endangered flora of *Penthorum chinense* which species is affected changing environment condition.  
 研究代表者 増田 理子 (MASUDA MICHIKO)  
 名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号 30304645

研究成果の概要 (和文)：日本最大のロックフィルダム徳山ダムの運用が始まり、河川環境に及ぼす影響については危惧されている現状がある。このため、本研究では、徳山ダムの下流に形成されたタコノアシの大群落に着目し、3年間にわたり、これらの絶滅危惧植物群落がどのような個体群動態を示すのかについて調査し、解析を行った。この結果、徳山ダムの湛水によって、揖斐川河川中流域における 10カ所以上の個体群は大きな影響を受けなかったが、河口近くの個体群は海水の潮汐による影響を大きく受けることになり、生育環境が劇的に変化したことが示された。これらの個体群変動は降雨量などの環境変動を大きく受けることから、徳山ダムの影響だけを評価することは難しかったが、ダムの湛水後の影響も少なくないことが示された。

研究成果の概要 (英文)：The operation of this maximum rock fill dam, 'Tokuyama dam' started in 2007. The effects of large dams to the environments are considered very serious. Then I studied about the effects of this dam by using the populations of *Penthorum chinense* for three years. As a result, the population in the vicinity of the mouth of a river was shown that the influence by the tide of seawater would be greatly received. On the other hand, the populations at the middle of the river was not affected the changing of the river condition. It was shown that it was a serious influence after the ponding of the dam though it was difficult to evaluate only the influence of the Tokuyama dam from receiving of these population changes the environmental perturbation of the amount etc. of the rainfall greatly.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：絶滅危惧植物, ダム建設, タコノアシ, 潮汐の影響, 種子発芽, 群落更新

## 1. 研究開始当初の背景

21世紀も10年目を迎える昨今、経済発展と地球環境保護は対極ではなくなりつつある。人々は、自身の生活が、健全な環境のもとに支えられることの重要性に気付き、遅いともいえるが、開発行為と生物多様性の保護の関係について、個人レベルで真剣に考えられるようになってきた。皮肉にも、その観点に至るには、多くの戦争や経済活動による破壊、生態系の犠牲に伴い発展した、科学によって得られた情報の蓄積と開示が重きを占め、まさに遠い道のりであったといえよう。2010年10月11～29日には、ここ名古屋において、COP10（生物多様性条約第10回締約国会議）が開催される。生物多様性条約は、ブラジルのリオデジャネイロで1992年に開催された国連環境開発会議（地球サミット）において砂漠化対処条約および気候変動枠組条約とともに採択された。「生態系」「種」「遺伝子」のレベルで、(1)生物多様性の保全、(2)生物多様性の構成要素の持続可能な利用、(3)遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を目的としている。このように世界レベルで生物多様性の保護に取り組まれてきているのだ。日本においても、1991年に動物についての環境省版レッドデータブックが取りまとめられ、1995年度に動物についてはレッドリストの見直し作業に着手し、新たに植物についてのレッドデータブックが取りまとめられた。2002年度には植物についても先の公表から一定期間が経過したことから、動物、植物ともにレッドリストの見直し作業に着手し、昨年度その作業が完了し新たなレッドリストが取りまとめられた（環境省、2007）。これらを受け、絶滅危惧Ⅰ類の植物は積極的に保護されるようになってきている。しかし、絶滅危惧Ⅱ類以下に位置する植物は保護の必要性を唱えられながら、なかなか保護に結びついていない。東海地方の河川である揖斐川では、2000年から河道掘削工事が開始された。これは揖斐川の洪水対策として、河川の流下能力を向上させる目的で行われている。工事前、揖斐川の水際には、タコノアシ、ミゾコウジュ、ササバモなどの湿地性の固有種がわずかに確認されていた。これらは、近年生育環境が減少し保全が望まれている種である。中でも、タコノアシは環境省のレッドデータブックでは準絶滅危惧（NT）に、今回の調査地である岐阜県においては絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。そのため、掘削によりこれらの個体が消失することが懸念されていた。しかしながら工事によって河川敷が攪乱された結果、生育環境が新たに創出され、埋土種子に由来すると思われるこれらの種の群落が偶然にも復元した（国土交通省、2004）。また、当初この工事は2012年まで毎年計画されてお

り、掘削工事によって新たな生育地が確保され個体群が増加しつつあった。これは、生育環境が悪化しつつあるレッドリスト記載の植生多様性の保護の重要性は1998年に開催された地球サミット以来、国際認識されるに至った。日本においても生物多様性の保護は生物多様性条約などの法律制定とともに、生物多様性の保護が確実に進みつつある。生物相のまだ未分類な熱帯などでは生物の保全が非常に難しいが、日本の高等植物においてはすでにレッドデータブックの編纂が国際基準のもとにすすんでいる<sup>(1)(2)</sup>。このため、生物保護の取り組みは非常に進んでおり、全国において、絶滅危惧植物の保護が様々なレベルで行われている。この結果、絶滅が危惧されているランク絶滅危惧Ⅰ類CRの植物個体数が増加に転じたところが見られるという報告されている。これらは生息地ごとの保護対策の結果であると考えられる<sup>(3)</sup>。しかし、次に危ないとされている絶滅危惧Ⅰ類EN、絶滅危惧Ⅱ類UNのランクは絶滅速度が大きくなり危機的状況にある植物種が増加している。このランクの植物は開発などの影響を受けやすいところに生育していることが多く、人為的影響が増加しつつあることが示唆されている

## 2. 研究の目的

これらの背景を踏まえて、本研究では2つの目的を設定した。第一の目的は徳山ダム建設における河川環境の変動がタコノアシ個体群に影響を与えているのかどうか、第二に影響を与えているのだとしたらどのような環境変動が個体群にプラス、またはマイナスの影響を与えているのかについて明らかにすることを目的としている。これらを明らかにすることによって、今後のダム建設のあり方、または運用のあり方についての提言を行うことを目的としている。

## 3. 研究の方法

### 調査地

今回の調査場所である揖斐川は岐阜県と三重県を流れる木曾三川のひとつである。岐阜県揖斐郡揖斐川町の冠山（標高1,256.6m）を水源とし、山間溪谷部を流れ下り濃尾平野に出ていく。大垣市の東部を南下した後、三重県桑名市で長良川と合流、そのまま伊勢湾へと流れ出る。長良川流域を除いた流域面積は約1,840km<sup>2</sup>、河川の長さである幹川流路延長は約121kmとやや短めの一級河川である。

揖斐川流域は木曾三川のうち最も西に位置しており、年平均降水量は、木曾三川の中で最も多く、洪水の流出が最も早いと言われている。国内の平均年降水量が1,600mmであるのに対し、揖斐川の上流域の平均年降水量は3,000mm以上にもなる。代表的な災害

に、1959年（昭和34年）の伊勢湾台風がある。揖斐川流域では15,000戸が浸水した。1976年（昭和51年）の台風17号の接近に伴った集中豪雨による洪水では、18,286戸が浸水している。近年では2002年（平成14年）の台風6号による洪水で738戸が浸水被害をうけている。また、揖斐川では、2年に一度の頻度で出動水位を超過する洪水が発生しており、仮に揖斐川沿岸の堤防が決壊したとなると、約53万人の生活に影響を及ぼすと想定されている。

揖斐川本川には、徳山ダム、横山ダム、久瀬ダム、そして西平ダムと4つのダム施設がある。中でも2008年に完成した徳山ダムは日本最大の多目的ダムであり（図1）、その



図1 徳山ダムと調査場所（掘削工事区間、野生群落）の位置関係

洪水調整容量は大きい。洪水と氾濫に苦しめられてきた歴史を持つ揖斐川流域では、支流を含め、築堤、堤防の強化、河道や河床の掘削、堤防高さの引き上げ、川幅の引き伸ばし、高水敷整備、河道内樹木群の伐採といった総合的対策も日々行われている。既設の横山ダムにおいては、予想以上に堆砂が進んでおり、湖底の堆砂掘削作業がなされている。これによる有効貯水容量の増加とともに上水道供給を新規利水の目的として、2010年完成予定である。

揖斐川の基本高水ピーク流量は、過去の洪水や氾濫のデータから次のようになっている。河口から約40.6kmの基準地点とする万石において、6,300m<sup>3</sup>/s、そのうち2,400m<sup>3</sup>/sは横山、徳山の両ダムにより調節可能と考え、残りの3,900m<sup>3</sup>/sを計画高水流量に設定されている。そしてその3,900m<sup>3</sup>/sは、河道内樹木伐採や河道掘削などの事業によって、確保可能とされている。

近年の揖斐川中流部における河道掘削工事は、流下能力の増加させる目的だけではなく、河川水辺環境の変遷を整理するとともに、生態系との係わりを長期にわたり把握し、揖斐川中流部における河川環境の整備方法を明確に検討することも目的とされていた。そのため、国土交通省によって2000年から2008年まで、河口から32~39kmの区間で河道掘削工事が行われてきた。2008年は、徳山ダムの完成と河道掘削によって目標流量に達したため、河道掘削を終了している。工事は、低水路の川岸を掘削し、中水敷を広げることが基本とし、部分的に樹木の伐採が行われている。そして、河道掘削工事終了後の各地帯に、タコノアシ群落が発生されてきた。

本研究においては揖斐川中流部の河道掘削工事によって出現したタコノアシの群落を年度ごとの掘削箇所に分けてそれぞれ調査した。さらに、河道掘削工事の範囲にない野生群落の存在が、河口より18.8km付近において2004年から確認されている。こちらも併せて調査した。

#### 個体群の推移

2000年から2006年までの個体数の調査を継続しており同様の形で2007年から2009年の三年間にわたり、揖斐川に生育するすべて個体群の個体数調査を行った。調査は、春および秋に行った。ただし、春期の個体群調査は、個体が小さいため、また芽生えの特定が難しいため、個体数の推移の解析については秋の調査数を用いた。

#### 降雨量と推移の関係

揖斐川揖斐川上流域から中流域の万石地点までの間、6箇所における降雨量と、高水の基準地点でもある万石観測所（北緯35°21'40" 東経136°39'22"）での河川の水位データを基に、各観測所での30mm以上の場合の連続降雨量と、その時の万石観測所での河川水位の相関を解析した。掘削は2000年から行われているが、降雨量・水位のデータは2002年からしかないので、2002年以降のデータを用い、相関の経年変化を解析する。降雨量の観測所は上流から順に、塚（北緯35°44'21" 東経136°25'30"）、徳山（北緯35°41'55" 東経136°28'50"）、杉原（北緯35°38'32" 東経136°29'48"）、藤橋（北緯35°35'43" 東経136°27'11"）、揖斐（北緯35°28'52" 東経136°34'23"）、万石（北緯35°21'29" 東経136°39'17"）である（図3）。

#### 徳山ダム放流量と推移の関係

徳山ダムの日積算放流量と、揖斐川上流域と中流域の日平均水位データから、徳山ダムの放流が河川の水位に与える影響を考察し

た(伊藤, 2008). 2008年12月から2009年12月のデータを用いた. 水位観測所は上流域が杉原(北緯 35° 38' 32" 東経 136° 29' 48"), 中流域が万石(北緯 35° 21' 29" 東経 136° 39' 17")である(図3-1). なお, 徳山ダムの積算放流量については, 水資源機構徳山ダム管理所よりデータを提供して頂いた.

#### 4. 研究成果

##### 個体群の推移

個体数推移の調査結果は表4-1に示した. 2004年度の観測までは, 掘削後, 植生

表4-1 各調査地点における個体数の推移

掘削地点別 個体群	①	②	③	④	⑤	⑥	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	野生群落
2001	400													
2002	400	400	50	500										
2003	48	400	50	500	1780									
2004	0	77	25	467	1780	19								30
2005	0	6	7	487	2766	46	881							0
2006	0	5	3	137	4891	78	3741	0	5					0
2007	55	0	48	0	2609	712	630	1208	2848	2820	13192			331
2008	45	7	172	850	2347	300	76	11000	504600	0	201840	10000	504600	73
2009	10	5	50	150	364	215	91	2500	1624	410	2040	1260	44516	432

の遷移が進行するにつれて各個体群の個体数は減少する傾向が見られた. しかし, 2005年度以降の観測では個体数が減少している個体群ばかりではなくなった.

2000年度掘削の地点①では, タコノアシの群落は一度は消滅した. 2007年度には新たな生育が確認され, 翌年まで同等の個体数が存在したが, 今回の調査では再び減少傾向を見せた. 2001年度掘削箇所では, 地点②は減少傾向が続き, 消滅が確認されたが, 前回の調査でごくわずかな個体群が復元, 今回も同等数確認できた. 地点③は減少傾向が続くも, 2007年度から増加が確認されたが, 今回は減少傾向に転じた. 地点④は, 消滅したのち前回の調査によって850個体が確認できたが, 今回は減少傾向となった(伊藤, 2008).

2002年度掘削の地点⑤では, 2006年度までは増加傾向であったが, 2007年度から減少傾向に転じている. また2003, 2004年度掘削の地点⑥, ⑧の個体数の推移は, 大きく増加したように思われたが, 2箇所とも減少が確認された.

2005, 2006年度掘削の地点⑨~⑫は, 前回の調査で大幅な増加がみられたが, 今回は減少した(伊藤, 2008). 2006および2007年度掘削の地点⑪~⑭における観測初年度の個体数は, 他の群落の観測初年度の個体数に比べ非常に大きかったが, 今回は大幅減少となった. しかし, ⑩では前回調査時には消滅したが, 今回は410個体と復元している. 野生群落は, 2004年度には30個体程度で

あった. 2007年度の調査では, それ以前にタコノアシが生育していた場所は河川の浸食により消失しており, その付近の新たな生育地で331個体確認された. 前回の調査では, 新たな生育地は浸食により完全に消失しており, 別の生育地で73個体が確認できたのみであった(伊藤, 2008). 今回再び増加傾向に転じ, 過去最高個体数の432個体が確認された.

##### 降雨量と推移の関係

各観測所の各観測所における30mm以上の場合の連続降雨量と, その時の万石地点での河川水位を, 年ごとに集計し, 散布図(で表

すとともに, 相関係数を求めた. これにより, 降雨量と河川水位の間に相関が認められなければ, 洪水調節がなされていることになる. そして, 徳山ダムと河道掘削工事を主体とした洪水対策が機能していると判断できる. 相関係数には, データが $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ で与えられた場合, 式(1)で定義されるピアソンの積率相関係数を用いた.

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$(1) \quad \left( \text{ただし, } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} \text{ とする} \right)$$

##### 徳山ダムの放流量と水位の関係

徳山ダムの日産放流量と揖斐川徳山ダムの日積算放流量と揖斐川上流と中流域の水位を, 2008年12月から2009年12月まで月ごとに集計し, グラフにした.

タコノアシ個体群付近の水位と個体数の関係

万石観測所および西小島観測所における, 2002~2009年の月ごとの平均水位と, タコノアシの各群落での個体数の相関係数を, 4-2と同様にピアソンの積率相関係数を用いて求めた. なお, 掘削工事地点の個体数は万石での水位データと, 野生群落の個体数は西小島での水位データと照らし合わせている. これらの結果から以下のような結論を得

た。

#### 個体群の推移

全箇所について、個体群の増減は一定ではないことが観察できた。2000年度掘削地点①について、2007年度の調査で新たに確認された生育域は、2000年度以来、掘削工事がおこなわれたわけではないため、埋土種子が掘り起こされることで復元した群落である可能性は低い。この群落における個体数増加に影響した明確な条件は不明である。地点②は、一度は個体群が消滅したが2008年度に復元し、今回の調査でも同等数のみ確認できた。地点③は、もともと生育地が非常に狭く、個体生存域の幅が20cmほどしかなかった。遷移が進み、2007年度の調査では消滅が危ぶまれるも前回は増加傾向を示した。これは、水位の変化によって、この生存域が拡大されたためであると思われる。しかし今回再び減少してしまった。昨年度の種子が定着できなかったのではないかと思われる。同様に地点④では一度は個体群が消滅し、前回の調査で新たに生育が確認されたが、今年度は再び大幅に減少した。2002年度掘削地点⑤では、遷移が進みヤナギ林となっているなか、確認されたタコノアシのほとんどが水際に生育しており、一部がヤナギ林の中のギャップに生育していた。この群落の個体数の増減は、水位の低下により生育域が大幅に変化したことが原因と考えられる。2003～2005年度掘削地点の群落（地点⑥～⑩）の個体数は前回調査まではほとんど増加傾向にあった。これは、掘削後まだ遷移が進んでいない区画が、水位の低下により適切な生育地とされ続けたためであると考えられたが、2006年度から遷移が進み、全体的に個体群が減少したと考えられる。また、2006年度および2007年度掘削地点の群落（⑪～⑭）の観測初年度の個体数が大きかったが、これは、これらの掘削箇所が、ところどころ水溜りができるほど水面に近い位置で掘削されており、湿地条件を好むタコノアシにとって、非常に適していたと考えられる。今年度は前回と比較して激減したが、遷移が進む今後の観測が重要と思われる。

野生群落については、2004年に確認された生育域が消失しており、そこにあった樹木が根からひっくり返っているなど、浸食作用が引き起こされていることが明らかとなっている。2005、2006年度は降雨量が多く、その年には0個体となってしまったが、水際が攪乱されたことで流下してきた種子が定着および復元し、2007年度には331個体へと大幅に増加した。しかし前年度は73個体まで減少した。今年度は一定の降雨量があり、潮の波が効果的に作用したために個体数が増加したと推測される。

タコノアシ群落付近における水位と個体数

#### の関係

各地点で水位と個体数の間の相関関係に違いが出た。一様に、水位が多いから減るといった単純な仕組みではなかったが、場所ごとの特徴として傾向が伺える。2000年度掘削地点①では、1月と11月と12月は高い正の相関、3月と7月には正の相関、6月と9月は負の相関が認められた。特徴的な個体数の変化として、2004～2006年調査で地点①は0個体となっている。その年度の1、11、12月の水位は少し低めとなっているが、他年度と比較してさほど差がないようにみえる。他月に関しても傾向が見られないため、水位と個体数に関して全体的に強い関係性はなく、掘削条件等が増減の要因であると考えられる。

地点②では、1、7、11、12月に高い正の相関、4、8月に正の相関、9月に負の相関が認められた。個体数の特徴的な変化として、2004年から激減している。2004年度の水位において、7月は他年度よりやや低く、9月は他年度より非常に高い位置にある。地点②の個体数激減はこのふた月が強く影響していると考えられる。なお両月とも花期である。地点③では、2月に高い負の相関、3、7月に負の相関が認められた。2006年までは個体数は減少傾向にあったが、2007、2008年度にはやや増加している。その2007、2008年の水位に注目すると、両年とも負の相関関係がみられた2、3月に低水位を示している。2、3月は種が定着する季節であることが関係していると考えられる。

地点④では、2月に高い負の相関、3、7月に負の相関が認められる。2006、2007年度に減少し、2008年度大幅に増加している。減少を示した2006、2007年に注目すると、負の相関を見せた7月（花期）には高水位であり関係があると考えられる。

地点⑤では、3、4、5月に正の相関、8月には負の相関が認められる。2008年まで1,500個体以上あったのが、2009年には364個体に激減しているが、水位の特徴とは関連がみられなかった。地点⑥では、4月に高い負の相関、2、3、5、8、9月に負の相関が認められた。2004～2006年度調査では100個体未満であったのに、2007年に712個体と突如増加している。2007年の水位は、相関をみせた2、3、5、8、9月で低水位を保っている。種の定着、芽生え、花期に他条件をふまえたうえで適当であったと考えられる。地点⑧においては、1、3、4、5月で高い正の相関、2、7、12月で正の相関が認められた。調査初年度の2005年で881個体、翌年で3741個体と増えているが、その後は減少傾向となり、本年度は91個体であった。増加に転じた2006年は変動が多く、高い正の相関を示した月の水位がいずれも

高く関連が考えられる。2005年度掘削箇所である地点⑨と⑩では、サンプル数が同じで少なかったため、似た傾向を示した。9～11月で高い正の相関、2、7月で高い負の相関、3月は負の相関が認められる。両箇所とも2008年度に個体数が突如激増している。今回の調査ではそれぞれ減少している。2008年の水位において、高い負の相関関係にあった2、7月はともに他年度と比べ最も低くなっている。このことと、掘削後の定着が関係していると思われる。

2006年度以降の掘削箇所については、調査回数が3回以下とさらにサンプル数が減るため、有意な数値が得られているとはいえない。また個体数の特徴として、今回の調査では激減している。

掘削工事跡の群落は、水位以外に、工事条件や湿地面積、冠水の程度など個体数に関わる要素が多数挙げられる。そのため、シンプルに水位と個体数の相関のみで評価することは困難であると考えられるが、ひとつの側面から場所ごとの傾向が示せたといえる。

野生群落においては、4月に高い負の相関、5、9月に負の相関、2月に正の相関が認められた。2004年度の初回観測で30個体が確認されたが、翌年2005年と2006年に0個体、一時的に300個体が増えた後、2008年に73個体となった。その2005、06、08年の4月は、各年、1m前後、あるいは1mオーバーと高水位を示している特に2008年は、4月25日～5月5日まで徳山ダムの試験放流がおこなわれたうえに、同時期に長雨によって出水したため、万石地点で河川流量が500m<sup>3</sup>/sを超え、下流域に位置する野生群落地点にも影響が生じたと考えられる。また今回の調査では大幅に増して、最高個体数の432個体となった。個体数が上昇した2007、2009年は4月が両年とも低水位であった。この地点は、生育地帯としては狭く、浸食に左右されやすい場所であり、芽生えの時期である4月前後に高水位であると定着せずに流れてしまうと考えられる。中流域の掘削工事箇所より平均水位が高く、潮の影響もあり、生育地がせまい下流域においては、水位は重要な要素であることが示唆された。

#### まとめ

徳山ダムを主とする洪水調節は、河道掘削工事や河岸整備をもって機能する。その掘削工事によってタコノアシの群落が限定的に復元した。しかし洪水調節が機能するにつれて水位は一定化され、増水も人為的になされる。現在おこなわれている試験放流や増量放流も、決められた日程通りに進めるのではなく、その日の気象条件や河川環境にあわせて実施されることが望まれる。長期的に調査を続け、放流データや冠水の程度と個体数の増

減等を照らし合わせながら、フラッシュ放流することも必要である。目標流量となって工事は必要ではなくなったが、タコノアシの群落など水辺環境の復元には掘削工事も大いに利用できると思われる。今後は、徳山ダム建設および河道掘削工事終了に伴った河川環境の変化に注意し、タコノアシの個体数の推移や、湿地面積の増減について注目しながら継続的に調査していくことが重要である。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

増田理子, 西村文武. 河川・海岸環境の再生—絶滅危惧種の埋土種子からの復元—. 伊勢湾再生シンポジウム論文集. Pp. 24-29  
査読無し, 2007

〔学会発表〕(計1件)

増田理子, 後藤智美. 2008.3.17 水循環再生指標としての外来種. 第55回日本生態学会. 九州大学.

〔図書〕(計1件)

増田理子, 西村文武. 2009. 埋土種子からの絶滅危惧植物の復元. 種生物学会編「種子の生態学」, p211-221.

〔その他〕

ホームページ等

[http://doboku2.ace.nitech.ac.jp/Hydro/Conser\\_J/kenkyu.htm](http://doboku2.ace.nitech.ac.jp/Hydro/Conser_J/kenkyu.htm)

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者 増田 理子 (MASUDA MICHIKO)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：30304645

