

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 10 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21405022

研究課題名（和文）ミシシッピ湿地林のハリケーン後遺症と回復に関する時空間的、生態学的、生理学的研究

研究課題名（英文）Spatiotemporal, ecological and physiological studies on aftereffects of the hurricane Katrina disasters in Mississippi wetland forests.

研究代表者

山本 福寿 (YAMAMOTO FUKUJU)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号：60112322

研究成果の概要（和文）：ハリケーンの高潮により、湿地林では在来樹種のヌマスギやヌマミズキ林が被害を受け、外来のナンキンハゼとセンダンが繁茂していた。時空間的解析、現地調査、および生理学的実験からナンキンハゼの耐水性、耐塩性は在来樹種に拮抗することを確認した。この結果ミシシッピ氾濫原では、大規模攪乱によりナンキンハゼは急速に分布域を拡大する可能性が示唆された。センダンは耐水・耐塩性は小さいが、局所的に純林を形成していた。

研究成果の概要（英文）：Aftereffects of the attack of the Hurricane Katrina to wetland forests consist mainly of *Taxodium distichum* and *Nyssa aquatica* in the Mississippi floodplain were studied spatiotemporally, ecologically and physiologically. In damaged forest stands a rapid increase in number of invasive woody species such as *Triadica sebifera* and *Melia azedarach* occurred. Various physiological analyses including growth and photosynthetic rates, ion distribution in organs and osmolite accumulation in leaves were performed to compare flooding and salinity stress tolerance among those native and invasive species. It is concluded that invasive *T. sebifera* species has high tolerance to flooding and salinity environment as much as that of native species, suggesting the possibility of rapid expansion of this species in the Mississippi floodplain after occurrences of large-scale disturbances.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	10,400,000	3,120,000	13,520,000
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	14,300,000	4,290,000	18,590,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林科学

キーワード：ハリケーン・カトリーナ、ミシシッピ、湿地林、ヌマスギ、ヌマミズキ、ナンキンハゼ、センダン、耐塩性

1. 研究開始当初の背景

巨大ハリケーン・カトリーナは、平成 17 年 8 月 29 日、アメリカ南部のニューオリンズ市付近に襲撃した。このハリケーンは人命、インフラに甚大な被害をもたらしたが、同時にミシシッピデルタ地帯を海水によって冠水させ、生態系に大きな後遺症を残した。今後、このような大災害をもた

らす規模のハリケーン来襲が頻発すれば、アメリカ南部の広大な低海拔地域の湿地林生態系は、将来、大きく変化していく可能性が高い。さらに海水位の上昇による塩水の内陸浸入が加われば、この変化は決定的なものとなる。しかしながら、ハリケーン・カトリーナ来襲を起点として、その生態的な影響解析を手始めに地球温暖化に関わる低海拔地帯の植生の変遷を明らかにし

ようとする試みは少なかった。

2. 研究の目的

平成 19～20 年度の科学研究費補助金(基盤研究B)「ミシシッピ湿地林のハリケーン災害に関する生態学的、生理学的、年輪年代学的研究」(19405027)により、ハリケーン来襲直後のダメージと回復状況を明らかにした。この結果、ミシシッピ河畔の湿地林では、強風による攪乱に加えて、海水の低海拔デルタ地帯への流入と長期間の滞留が認められ、塩ストレスによる森林緑地の衰退と植生の転換が広範囲に生じていることがわかった。特に高潮による海水の停滞は、湿地の生態系を構成する樹種であるヌマスギ(*Taxodium distichum*)やヌマミズキ(*Nyssa aquatica*)などの生育阻害を引き起こすとともに、更新の強い阻害要因となることが示唆された。一方、これら外来樹種が衰退しつつある場所には、中国南部原産のナンキンハゼ(*Triadica sebifera*)やセンダン(*Melia azedarach*)などが侵入し、急速に分布域を広げている事実を認めた。本研究では、継続して以下の4課題を中心に、ハリケーンの後遺症に関する研究を展開した。

- (課題1): 湿地林の衰退と回復に関する時空間的解析
- (課題2): 衰退湿地林の回復と更新に関する生態学的解析
- (課題3): 衰退湿地林における侵入樹種の分布と生育状況に関する時空間的、生態学的解析
- (課題4): 自生樹種および侵入樹種の塩水冠水耐性の生理学的比較解析

3. 研究の方法

(1)ハリケーン・カトリーナがミシシッピ川湿地林におよぼした影響と外来樹種の侵入
(課題1)で解析した「植生の急速な回復地域」において、外来の侵入種であるナンキンハゼとセンダンの繁茂と分布域拡大を認めた。そこで1)ハリケーンがヌマスギ・ヌマミズキを優占種とする湿地林に与えた影響、および2)植生回復過程における外来種ナンキンハゼとセンダンの侵入拡大、の2点について解析した。2010年2月にニューオリンズ郊外の調査地を設定するために概況調査を行った。2011年9月はハリケーンの被害の異なる3か所のヌマスギ・ヌマミズキ林において調査区を設定した。各調査区に20m×20mのプロットを2カ所ずつ設置した。これらのプロットにおいて樹高1.3m以上のすべての樹木の樹種、DBH(胸高直径)、樹高を測定した。2010年9月に外来種ナンキンハゼとセンダンが侵入した4か所のタイプの異なる林分に調査区を設定した(図-1)。各調査区に20m×20mのプ

ロットを1カ所ずつ設置した。これらの調査区において樹高1.3m以上のすべての樹木の樹種、DBH(胸高直径)、樹高を測定した。また外来種に関しては各調査区からサイズの異なるナンキンハゼとセンダンの個体を地際10cmから伐採し、樹齢と年輪幅から成長速度を測定した。



図-1: ナンキンハゼの繁茂

(2) 在来樹種ヌマスギと侵入樹種ナンキンハゼの塩水沈水耐性比較

在来種ヌマスギと外来樹種のナンキンハゼを対象とし、両樹種の塩水による土壌冠水条件下、あるいは完全な沈水条件下での生理的反応の差異を比較検討した。供試木は、2年生ヌマスギ、および2年生ナンキンハゼの苗木を用いた。実験は鳥取大学内の圃場に設置された温室内で行った。実験開始時にNaCl濃度を0mM、75mM、および150mMに調整した溶液を満たした4基のコンクリート製水槽(200cm×100cm×50cm)を用意した。2009年6月11日から7月4日までの間に各水槽中へ苗木を投入して全身沈水させ、7月7日に一斉に引き上げた。各開始時からの沈水期間はそれぞれ28日、21日、14日、7日、5日、および3日間である。引き上げた苗木は水槽(80cm×50cm×20cm)を用いて、水道水によって土壌冠水させた状態で6週間生育させた。観察・測定項目は、生存率、伸長・肥大成長量、乾燥重量、および光合成速度である。さらに、14日間沈水させた個体の葉内のベタイン含有量を分析した。

(3) 在来樹種ヌマスギと侵入樹種ナンキンハゼおよびセンダンの塩水冠水耐性比較

在来種であるヌマスギ、侵入種であるナンキンハゼおよびセンダンの塩水による冠水耐性を比較した。特に耐塩性に関与する適合溶質であるベタイン類の蓄積と塩水冠水ストレスとの関係を検討した。実験材料にはヌマスギ、センダン、ナンキンハゼの2年生ポット苗を使用した。実験ではNaCl溶液を用いた冠水処理を春季・夏季の2回行い、各樹種における冠水・塩ストレスに対する生理的反応の差異を処理濃度、冠水期間、季節について比較した。実験期間は、2010年5月28日から6月25日を春季、9月2日から9月30日を夏季とした。夏季の実験では、ヌマスギとナンキンハゼのみを用い、センダンは用いなかった。土壌冠水させた塩水の濃度は0mM、

38mM、75mM、150mM の4段階の処理区を設置した。処理期間は2週間および4週間である。実験期間中、水温、湿度、気温、および土壌の酸化還元電位を計測した。苗木は樹高・直径・シュート長を計測、冠水処理終了後には器官別の乾燥重量を計量した。また葉内の陽イオン含有量、およびベタイン類の濃度を分析した。

(4) 在来樹種ヌマミズキと侵入樹種ナンキンハゼおよびセンダンの塩水冠水耐性比較

ヌマミズキ、ナンキンハゼ、センダンを研究対象とし、塩水による土壤冠水条件下での生理的反応の差異を比較検討した。供試苗木にはニューオリンズで採取した種子から育成したヌマミズキ、ナンキンハゼ、およびセンダンの2年生実生苗を用いた。供試苗木は水槽に設置し塩水で苗木を土壤冠水させた。実験期間は2011年7月2日から7月30日の4週間とした。塩濃度は0、38、75、および150mMの4段階である。実験期間中、1週間ごとに樹高、直径、光合成活性を測定した。実験終了後に苗木を収穫し、器官別乾燥重量および糖含有量を測定した。

4. 研究成果

(1) ハリケーン・カトリーナがミシシッピ川湿地林におよぼした影響と外来樹種の侵入

低湿地のヌマスギ・ヌマミズキ林は水位が30～100cm位で、実生による更新や外来種の侵入は認められなかった。ハリケーンによる枯死木の70%は幹折れで、生存木の32%が幹折れの被害を受けていた。一方、外来種の侵入している林分はハリケーンの際には高潮の影響を受けたものの浸水はなく比較的乾燥していた。ヌマスギ、*Celtis laevigata*、*Ulmus americana* の林冠木の林床に侵入したナンキンハゼは他の調査区と比べて個体数も少なく、サイズも小さかった。それに対し大部分の林冠木が破壊された他の3調査区にはナンキンハゼとセンダンの2種が高密度で侵入し、他の高木性の樹種はほとんど見られなかった。これらの林床には *Rubus allegheniensis* が侵入していたが、ナンキンハゼとセンダンの成長にともなって衰退傾向にあった。これら2種の外来種の成長は著しく早く、2006～2010年のわずか5年間でセンダンの大きな個体では樹高11m、胸高直径18cmに達していた。ナンキンハゼとセンダンが同時に侵入した2つの調査区では、2種の競争に大きな違いが見られた。すこし小高い乾燥気味の立地では明らかにセンダンの成長速度が早く、DBH、樹高ともにナンキンハゼより大きく林冠を優占しつつあった。一方、*Ilex vomitoria* が低木層を形成している低湿な立地では、これらの2種の間の成長にはDBH、樹高ともにほとんど差が見られなかった。

これら外来種の大部分はハリケーン来襲の翌

年2006年に発芽していることが、年輪を解析した結果から明らかになった。すべての調査区に侵入していた92個体のナンキンハゼの91%が、また2調査区に侵入していた42個体のセンダンのすべてが2006年に発芽し侵入していた。これらの結果から、ハリケーンによる大規模攪乱が外来種2種の分布拡大の引き金になったと予想された。また、ナンキンハゼとセンダンの成長差には、土壤水分や塩分濃度が影響しているようであった。一方、ヌマスギやヌマミズキなどの在来樹種の更新は全く見られなかった。ミシシッピ河口の湿地林は道路網や開発によって林分が分断化されており、本来河口で生じる河川の水の移動や水位変動が失われている可能性がある。それによって発芽・定着サイトが失われたために更新が阻害されていることが考えられる。

(2) 在来樹種ヌマスギと侵入樹種ナンキンハゼの塩水沈水耐性比較

ヌマスギの生存率は、塩が加わると、沈水7日目からやや低下したが、その後、沈水期間が7日以上になっても生存率にほとんど変化はなかった。ナンキンハゼについては、塩濃度0mM、75mMでは生存率に変化はなかった。しかし、150mMでは沈水期間が長くなるほど生存率は低下した。

全樹種の塩水沈水処理区の伸長成長については、塩ストレスの影響でShootの先端が枯死したため、測定することができなかった。ヌマスギでは、沈水期間が長くなるほど伸長成長は抑制される傾向を示した。ヌマスギの肥大成長は、沈水期間が長くなるほど抑制される傾向にあった。塩濃度が高くなると、対照区との差も大きくなる傾向を示した。ナンキンハゼは、沈水期間が長いほど、伸長成長が有意に抑制された。肥大成長もまた、沈水期間が長くなるほど抑制される傾向にあった。

ヌマスギの総乾燥重量は、全処理区で塩濃度が高くなるほど減少傾向にあった。しかし、沈水期間が変化しても各塩濃度の乾燥重量に有意差は認められなかった。ヌマスギのRGRについては、葉は塩の添加で成長が抑制された。しかし沈水期間の長さの影響は認められなかった。TR比については、ヌマスギでは全処理区、全個体で差が認められなかった。ナンキンハゼの総乾燥重量は、全処理区で塩濃度が高くなるほど減少傾向にあった。沈水期間が長くなると乾燥重量も減少する傾向があった。淡水の沈水処理区で、沈水期間が14日を境に乾燥重量が減少する傾向が認められた。ナンキンハゼのRGRをみると、葉では塩の添加で成長抑制が生じていた。また、沈水期間が長くなるほど、成長抑制が強く表れた。TR比については、全身沈水期間が長期になると減少する傾向が認められた。

ヌマスギの引き上げ 5 日目の光合成速度は、淡水の沈水処理区で対照区と比べて低下した。塩水沈水処理区では葉が枯死したため測定はできなかった。42 日目には塩水沈水処理区で展開した新葉の光合成については、淡水と塩水の沈水処理区間で有意な差は認められず、また、沈水期間の長短でも有意差はなかった。ナンキンハゼでは、引き上げて 5 日目では、光合成速度は淡水の沈水処理区で対照区との間に有意差が認められた。150mM の塩水沈水処理区では抑制された。42 日目にはヌマスギ同様、塩水沈水処理区で新葉が展開したが、150mM 処理区では沈水期間が長いほど光合成は低下した。ナンキンハゼは 75mM および 150mM の塩水沈水によってグリシンベタインとアラニンベタインの顕著な増加が認められた。ヌマスギは塩水沈水でグリシンベタインが増加する傾向を示したが、アラニンベタインはすべての処理区において検出され、塩水沈水の影響は認められなかった。さらにヌマスギ、ナンキンハゼとも一定濃度の γ -ブチロベタインを検出したが、塩水沈水処理の影響はほとんどなかった。

ナンキンハゼは比較的強い冠水耐性や耐塩性を持つことが明らかになった。これは、土壤冠水や全身沈水処理を行っても、ナンキンハゼには強い成長阻害が現れなかったことや、水際の樹幹の過剰肥大、現象、不定根形成といった冠水耐性樹種の示す形態変化によっても知ることができる。ハリケーン被災地におけるナンキンハゼの急激な増加は、このようなナンキンハゼの持つ耐冠水性や耐塩性に依拠しているものと推察される。特に、ナンキンハゼは、樹体内の Na 濃度の増加とともに浸透調節物質であるベタイン類の生合成を速やかに行うことで塩ストレスを回避するようであり、これが被災地でのナンキンハゼの広域的侵入を可能にした要因の一つと考えられる。

(3) 在来樹種ヌマスギと侵入樹種ナンキンハゼおよびセンダンの塩水冠水耐性比較

伸長成長は、ヌマスギ、ナンキンハゼの 150mM 処理区で他の処理区に比べて有意に抑制された。センダンでは 38mM 以上の濃度の処理区で大きな減少傾向がみられた。ナンキンハゼでは春季、夏季ともに 75mM において回復傾向がみられた。ヌマスギ、ナンキンハゼの直径成長は春季、夏季ともに 150mM 処理区では他の処理区に比べて有意に低下していた。総乾燥重量については、ヌマスギ、ナンキンハゼにおいては春季、夏季ともに有意差は認められなかった。センダンでは春季実験で 0mM、38mM と 75mM、150mM との間で有意差が認められた。葉は、ナンキンハゼでは 150mM と他の処理区の間で有意差が認められた。4 週間後でもヌマスギ

においては有意差が認められなかった。ナンキンハゼは春季では 150mM で他の処理区との有意差が認められた。夏季では 38mM と 150mM で有意な減少がみられた。75mM では回復傾向がみられた。センダンでは処理濃度の増加に伴って低下した。また幹と根は、春季、夏季ともにどの樹種でも処理による変化は見られなかった。葉内陽イオン含有量については、 Na^+ は春季、夏季ともにすべての樹種で塩濃度の増加にしたがって増加していた。ヌマスギでは春季、夏季ともに 4 週間後で特に含有量が大きくなっていた。春季よりも夏季には含有量が少なかった。ナンキンハゼでは春季の 4 週間で特に高くなっており、春季よりも夏季実験において含有量が小さい傾向がみられた。ヌマスギ、ナンキンハゼでは春季、夏季ともに 2 週間の段階では Na^+ の大きな蓄積は起こっておらず、その後、塩水濃度の高い処理区での大きな蓄積が起きていた。全体としては、センダン、ヌマスギ、ナンキンハゼの順に含有量が多かった。 K^+ については、ヌマスギは春季には処理による影響は見られなかったが夏季の 4 週間後には 75mM、150mM で増加がみられた。ナンキンハゼでは春季の 4 週間後の 150mM、夏季の 4 週間後の 75mM、150mM で含有量が増加した。センダンではすべての処理区で初期値と比べて大きく減少していた。 Ca^{2+} は、ヌマスギでは春季、夏季ともに処理による変化は見られなかった。ナンキンハゼでも春季、夏季ともに処理による変化はみられなかったが、春季よりも夏季において含有量が大きかった。センダンでは初期値に比べてすべての処理区で少なかった。 Mg^{2+} 含有量には明確な傾向はなかった。 Na^+/K^+ 比はすべての樹種で塩濃度の増加にしたがって増加傾向がみられた。ヌマスギ、ナンキンハゼでは春季よりも夏季において値が小さくなっていた。センダンでは塩濃度にしたがって値が増加しており、4 週間では 2 週間の 2 倍以上の値を示していた。ベタイン含有量については、ヌマスギ葉内のグリシンベタインは、実験開始時にはほとんど検出されなかったのに対し、塩濃度 0mM 区を含むいずれの冠水処理区でも一定量の増加が認められた。またアラニンベタインは、初期値およびすべての処理区でかなりの量が検出された。ナンキンハゼもヌマスギの傾向と類似しており、グリシンベタインは実験開始時にはほとんど検出されず、塩濃度 0mM 区を含むいずれの冠水処理区でも一定量の増加が認められた。またアラニンベタインも同様に初期値およびすべての処理区でかなりの量が検出された。さらにセンダンもまた、実験開始時には検出されず、0~75mM の冠水処理区でヌマスギやナンキンハゼを上回る量が検出された。しかしながら 150mM 処理区ではすべての

個体が枯死した。

(4) 在来樹種ヌマミズキと侵入樹種ナンキンハゼおよびセンダンの塩水冠水耐性比較

150mM 冠水区ではすべての樹種において先端枯れによる樹高の低下がみられた。それ以外の処理区についてはナンキンハゼが3樹種中最も大きな成長量を示した。すべての樹種において淡水の冠水区では水際部位の過剰肥大現象が認められた。この肥大成長は塩濃度の上昇にしたがって低下する傾向にあった。特にヌマミズキでは75mM 区の成長量が対照区と比べて有意に低下していた。乾燥重量については、ヌマミズキの葉は75mM 区および150mM 区で、ナンキンハゼは150mM 区のみで有意に低下した。センダンの75mM 区や150mM 区では葉がすべて脱落するなど、塩濃度の上昇にともないバイオマスが低下した。ナンキンハゼの幹は冠水処理区において塩濃度の上昇にともないバイオマスが低下する傾向にあった。根は、すべての樹種、すべての処理区において有意な差は認められなかった。T/R 比は、ナンキンハゼの150mM 区において葉および幹のバイオマス低下により75mM 区との間に有意な差が認められた。RGR については、ヌマミズキは75mM 区で値が低下し、150mM 区で負の値を示した。ナンキンハゼは0mM 区で値が増加し、塩濃度の上昇とともに低下した。150mM 区では負の値を示した。センダンは0mM 区で値が低下し、塩水冠水処理区すべてで負の値を示した。

光合成については、すべての樹種の150mM 区で冠水処理後にすべての個体の葉が脱落し測定不可能であった。センダンの75mM 区でも1本のみを残して冠水処理後に葉が脱落した。ヌマミズキでは、0mM 区および38mM 区と対照区との間に有意な差はみられなかった。75mM 区では値が有意に低下した。ナンキンハゼについては、0mM および38mM 区と対照区との間に有意な差はみられず、また冠水処理区の間でも有意な差はみられなかった。センダンは塩濃度の上昇にともない値が低下した。

葉内糖含有量については、冠水処理後に葉が脱落し分析できなかった個体があった。ヌマミズキでは、冠水処理区において、塩濃度の上昇とともに糖含有量も増加する傾向にあり、F75 では最も高い含有量を示した。ナンキンハゼは、冠水処理区において、塩濃度の上昇とともに糖含有量は減少する傾向を示した。150mM 区ではすべての個体の葉が脱落した。センダンは、枯死本数が多く検定不能であったが、塩濃度の上昇とともに糖含有量は減少傾向を示した。

伸長成長の結果から、いずれの樹種も150mM 塩水冠水環境下での生育は困難であることが示唆された。冠水環境下における水際部位の過剰

肥大現象はミシシッピ氾濫原の湿地林でも確認されている。今回の実験でも0 mM 区でこの現象が起こったことから、3 樹種とも過剰肥大によって冠水環境に適応していると考えられる。さらに葉のバイオマスおよびRGRの結果から、ヌマミズキは塩濃度75mM 冠水環境下では成長が抑制されると考えられる。センダンも塩水冠水環境では葉が脱落し、成長が困難であることが示唆された。それに対しナンキンハゼは150 mM 以外の処理区で葉のバイオマスに有意差はみられず、75 mM 区でのRGRが3 樹種中最も高い値を示しており、塩濃度75mM の冠水環境は成長にほとんど影響がないと考えられる。冠水処理による光合成速度の低下は特にセンダンで顕著であった。センダンは0 mM 区でも値が有意に低下しており、3 樹種中最も耐水・耐塩性が低いことが示唆された。それに対してナンキンハゼは3 樹種中唯一、75 mM 区までのすべての冠水処理区において有意差がみられず、比較的高い塩濃度の冠水環境でも光合成を行うことができると考えられる。塩濃度の上昇とともに糖含有量も増加したヌマミズキは、糖濃度変化による浸透調節を行い、塩ストレスに対応していると考えられる。

すべての実験結果から、耐水性、耐塩性はナンキンハゼが最も高く、ヌマミズキ、センダンの順に低くなるようであった。ナンキンハゼとヌマミズキの結果を比較したときに、耐塩性に関して最も違いが表れたのは75 mM 区であった。肥大成長量および葉のバイオマス、光合成速度においてヌマミズキは対照区または0 mM 区と75 mM 区との間に有意な値の低下がみられ、RGRも75 mM 区で小さくなっている。それに対し、ナンキンハゼは同項目で値の低下の傾向はみられるものの、対照区または0 mM 区と75 mM 区との間に有意差はなく、75 mM 区でのRGRは対照区よりも高くなるという結果となった。一方でセンダンは冠水処理を行うことで大きく成長が阻害されていた。侵入種2種では耐水・耐塩性が大きく異なると考えられる。ミシシッピ氾濫原ではセンダンの分布域が限られているのに対して、ナンキンハゼは高密度かつ広範囲に分布している。このことも侵入種2種では耐水・耐塩性が異なることを示唆している。

ミシシッピ氾濫原における今後の植生展開の予測として、ナンキンハゼは容易に分布域を広げ、センダンは塩濃度の低い場所や冠水の起こらない場所に選択的に分布すると考えられる。今回の研究からヌマミズキにはある程度の耐塩性があると推察されるので、ミシシッピ氾濫原において生育地の拡大は可能である。さらに浸透調節に関係する糖含有量の比較では、ヌマミズキが塩ストレスを受けると浸透圧調節物質を蓄

積して適応することが示唆された。

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1件)

Fumiko Iwanaga, Makiko Hirazawa, Takahiro Takeuchi and Fukuju Yamamoto. Effects of irregular saltwater submergence on *Taxodium distichum* seedlings. Journal of Coastal Research. Allen Press Publishing, DOI:10.2112/JCOASTRES-D-10-00013.1 2010.7. 査読有.

[学会発表] (計13件)

①山本福壽・山田亜妃子・岩永史子 ミシシッピ氾濫原に分布する在来樹種ヌマミズキと侵入種ナンキンハゼ、センダンとの耐水、耐塩性比較 第123回日本森林学会大会 (宇都宮) 2012.3.26-29.

②崎尾均・高橋もなみ・岩永史子・Saunders Lyndsay・山本福壽 ハリケーンカトリーナがミシシッピ川湿地林におよぼした影響と外来樹種の侵入 第123回日本森林学会大会 (宇都宮) 2012.3.26-29.

③山田亜妃子・岩永史子・山本福壽 ミシシッピ河口域に生育する在来樹種、侵入樹種の耐塩性 第62回応用森林学会研究発表会・林業技術情報報告会合同大会 (鳥取) 2011.11.19.

④Fukuju YAMAMOTO, Fumiko IWANAGA, Misaki KOBAYASHI, Yosuke YAMAGISHI, and Takahiro TAKEUCHI Effects of total submergence or flooding with saline water on growth and mortality of native and invasive species of wetland forests along the Mississippi river, USA. Joint Meeting of Society of Wetland Scientists, Wetpol and Wetland Biochemistry Symposium, Prague, 2011.7.3-8.

⑤崎尾均・高橋もなみ・岩永史子・山本福壽 ハリケーンカトリーナ襲来後のミシシッピ川湿地林における外来種の侵入 第122回日本森林学会 (静岡大学) 2011.3.26.

⑥山本福壽・小林美咲・山岸陽輔・岩永史子 ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究—被災地の自生種、侵入種の耐塩性比較— 第58回日本生態学会大会 (札幌市) 2011, 3.9.

⑦Fumiko Iwanaga, Takahiro Takeuchi, Yukihiro Yutani, and Fukuju Yamamoto. Aftereffects of the attack of Hurricane Katrina in the ecosystem of Mississippi basin, Louisiana, USA. 日韓合同シンポジウム講演 2010.11.11.

⑧Iwanaga F., K. Nishimuta and F. Yamamoto. Roles of ethylene in wood formation in flooded and tilted seedlings of wetland species, *Taxodium distichum* and *Nyssa aquatica*. IAWA-IAWS-IUFRO Conference, Madison, Wisconsin, USA. 2010.6.24.

⑨西牟田和沙・岩永史子・山本福壽 ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究 (Ⅲ) 冠水および傾斜がヌマスギ、ヌマミズキの生理・成長に及ぼす影響 第57回日本生態学会大会 (東京大学) 2010.3.17

⑩竹内貴裕・坪井騰久・岩永史子・山本福壽 ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究 (Ⅱ) ヌマスギと侵入樹種ナンキンハゼ、センダンの塩水冠水耐性比較 第57回日本生態学会大会 (東京大学) 2010.3.17

⑪吉田美幸・長澤良太・竹内貴裕・Saunders Lyndsay・Kirk Burton・Reza Pezeshki・岩永史子・山本福壽 ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究 (Ⅰ) 被災地の植生回復地域における高分解能衛星画像を用いた侵入樹種分布の推定 第57回日本生態学会大会 (東京大学) 2010.3.17

⑫ Fumiko IWANAGA, Takahiro TAKEUCHI, Fukuju YAMAMOTO Effects of submergence with fresh or saline water on growth and mortality of invasive and native species of wetland forests along the Mississippi river, USA. EECA (Ecological engineering: From concepts to applications), Paris, France. 2009.12.3

⑬岩永史子・湯谷享泰・竹内貴裕・吉田美幸・長澤良太・Pierce, Samuel・Saunders, Lyndsay・Pezeshki, Reza (Memphis大生 物, USA)・山本福壽 ハリケーンカトリーナがもたらした生態的後遺症 第18回溪畔林研究会 (新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター) 2009.10.24

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本福壽 (YAMAMOTO FUKUJU)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号: 60112322

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

崎尾均 (SAKIO HITOSHI)

新潟大学・農学部・教授

研究者番号: 20449325

長澤良太 (NAGASAWA RYOUTA)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号: 40314570