

2 風水害

(1) 水害

ア 水害の生理

稲が冠水すると、いままで空中で生活していた葉や穂が水中に入るから、水稻の生理作用を乱され、いわば息を止められたような状態になる。即ち同化作用と呼吸作用が正常に行われず体内の炭水化物が多量に消費される。したがって、水害の被害量は、浸冠水状態下に行われる同化作用の程度、冠水前に持っている炭水化物の量、体内の炭水化物が消費される速さなどにより違ってくる(表7)。なお、この炭水化物の消費される速さは、水稻の呼吸作用の大きさ、水中に溶けている酸素の量及び水温の高低により左右される。

表7 水害の減収推定尺度(農林統計情報部)

穂期生理段階：分けつ期～成熟期
 成熟期生理段階：冠水後5～20日

被害時期	淹水期間		1～2日		3～4日		5～7日		7日以上		備 考
	冠水状況	田圃状況	被害割合	田圃状況	被害割合	田圃状況	被害割合	田圃状況	被害割合		
分けつ期～ 移植後20日 以降穂半期 まで	冠水冠水		10	分けつが おくれる	20	1分けつが おくれる 2無効分けつ ができる	30	少数の分 けつがで るが無効 分けつが 多い	35	1冠水10日以上に及ぶと生 育が衰えて新たに貧弱な 分けつけが出てくる 2冠水15日では伸長が止ま る 3冠水20日以上になると枯 死腐敗する 4葉先露出程度で1～2日 冠水のときは冠水の場合 に比して被害割合は3～ 5%位少くなる	
	冠水 穂先露出	穂先が腐 変する	20	1出穂が おくれ る 2 が増加 する	50	1出穂が おくれ る 2下葉が変色 し枯れる	85	1出穂が おくれ る 2葉が変 色し枯 れる	90～ 100		
	冠水 冠水	"	70 半日冠 水では 50	"	50	1枝穂が できて 1～2割 の収量を得 るが本穂か らの収量は ない 2被害葉の幼 穂が殆んど 枯死する	85	ほとんど 出穂しな い	90～ 100		
	冠水 葉先露出	"	10	"	30	1出穂が おくれ る 2下葉が変色 し枯れる	65	1出穂が おくれ る 2下葉が 変色し 枯れる	90～ 100		
穂 半 期	冠水冠水	"	25	"	45	"	80	"	90～ 100		
	冠水冠水	1穂半が やや減 少する	30	下葉が腐 化し枯れ る	80	下葉が腐化し 枯れる	90	下葉が腐 化し枯れ る	90～ 100	1穂半期に比して穂の枯死 することが少ない 2この時期に被害を受けると その後の穂の一部が 白色または黒褐色とな る 3出穂直後に強風を受けた 場合は白 となる	
	冠水冠水	"	15	下葉が変 色する	25	下葉が変色す る	50	下葉が変 色する	70		
出 穂 期	冠水冠水	殆んど損 傷はない	5		20		30		30		
	冠水冠水	"	0		15		20		20		
成 熟 期	冠水冠水	"									
	冠水冠水	"									

イ 本田の水害対策

(ア) 本田での冠水対策

- できるだけ早急に排水につとめ1枚の葉でも早く水の上に出すと被害が軽くなる。
- 冠水稲は体内水分を失い易いので一度に水を落さず、できるだけ清水をかけ流しながら、徐々に水を浅くする。
- 異物の流入防止と流入したものの除去につとめる。
- 浸冠水の水温の上昇を防ぐ。冠水の水温が高くなると被害が大きくなるので、つとめて水温の上昇を防ぐ、排水不能の場合でも水温が上らないよう努めて水が流入するよう工夫する。
- 濁水が停滞している場合は、濁っていない水の流入をはかる。
- 表土の流亡、土砂の流入の場合は(栄養生長期)10アール当たり硫酸6-8キログラム、過石10キログラム、塩加4キログラムを目安として追肥する。

g 冠水田では、いもち病 白葉枯病, アワヨトウの発生が多くなるので機を失せず防除する。

(イ) 稲株の流失埋没したもの

- a できるだけ早く土砂を取除き、早い場合は植えかえをする。
- b 植えかえをする場合は普通より1-2割密植する。
- c 肥料は再移植の場合70%ぐらいを目途として状況によって増減する。
- d 表土が流亡して株間に溝ができた場合、青味があれば植えかえの必要はない。
- e 全滅田では予備苗を利用して植えかえる。
- f eの項ができない時は、株分けによって植えつける。
- g 田植後2週間以後分げつ最盛期までは株分けによる。

(2) 風 害

ア 風害の生理

風速がある程度以上になると、水稻の動揺、振動による機械的損傷と、風による強制的奪水による部分的な乾燥が互に関連して、強風害が発生する。この場合風速のほかにも風の乱れに左右され、同じ風速なら乱れの大きい場合に被害が大きくなる。

水稻が暴風に最も弱い時期は穂揃前後2-10日位の時期で、不稔籾が多くなり減収する(図10)。同じ台風の影響を受けても水稻の生育状態による被害の程度は異なり、一般に軟弱な生育をした場合や根腐れを起している水稻、病虫害、干害を受けた水稻などは被害が大きい。また台風前に曇天が続いた場合は、茎葉に含まれている澱粉・糖など炭水化物が消耗し、屑米が増加し米質が低下する。特に茎葉の窒素含有率が高く、同化と呼吸の補償点以下の日照時間で経過した後の台風の被害は大きく減収する。

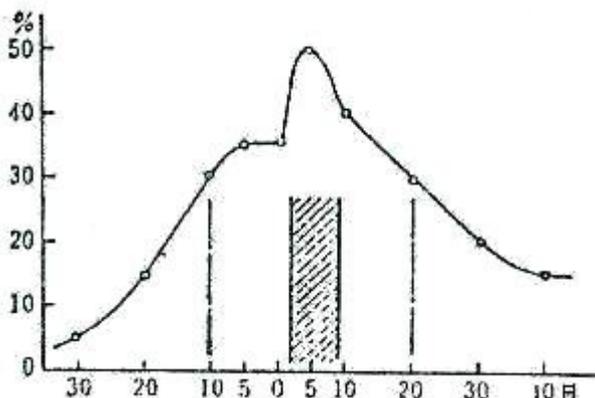


図10 暴風によるイネの生育時期別減収率(坪井, 1974)

イ 風害と被害

台風などの暴風雨は、風速10m/秒前後から強くなるほど被害が急増する(図11)。10m以上の暴風雨圏に入ると予想されるときは被害のおそれがある。また、たまたま水稻の出穂期ごろに温乾風の吹くときが夜間に当たれば白穂のおそれがある。しかし、昼間に当たれば白穂は発生しないといわれている。

台風の通過前、又は通過中は通常暴風雨となり、雨を伴った強風が吹き、水稻の稔実障害又は倒伏による被害が起る。被害は風速、吹走時間、生育時期、生育状態により異なる。

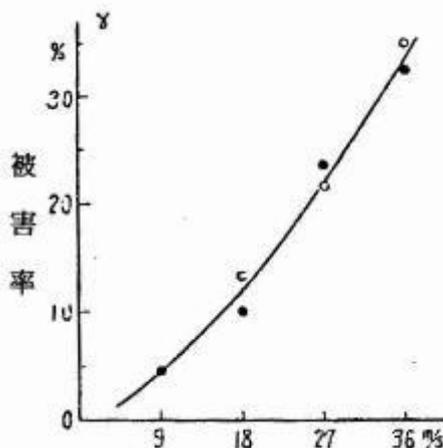


図11 風速と減収量(原図)

表8 風害による減収推定尺度(農林省統計調査部)

被害時生育段階		風の損傷歩合(%)								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
被害歩合(%)	出穂期前20日	2	4	10	15	20	30	35	40	45
	" 10日	2	4	10	15	25	40	55	65	85
	" 5日	3	5	10	20	30	45	65	70	85
	出穂期	3	6	10	20	30	40	50	60	75
	出穂前後10日	2	4	6	10	20	30	40	50	50

ウ 倒伏と被害

(ア) 収量に及ぼす倒伏の影響

水稻が早い時期から倒伏すると、病気にかかったり、光の透過が悪くなるため、同化作用が低下して、屑米が多くなり、収量が低下する。

倒伏による減収のメカニズムは図12のとおりで、倒伏すると通導組織及び通導面積が減少し、養水分が通るとき抵抗が増える。一方、倒伏すると、群落内の環境条件が悪化し、養水分を吸う力が弱まるため、養水分の吸収や移行が阻害される。また、環境条件の悪化に伴い、葉緑素が減少する。これは環境条件の悪化の直接的な影響としての光合成の阻害を助長する(表9)。

そしてこの光合成阻害は先の養水分の吸収や移行の阻害とともに減収の直接要因となる。また、環境条件の悪化は穂発芽や病害虫を発生させ、これらは減収を助長する要因となる。

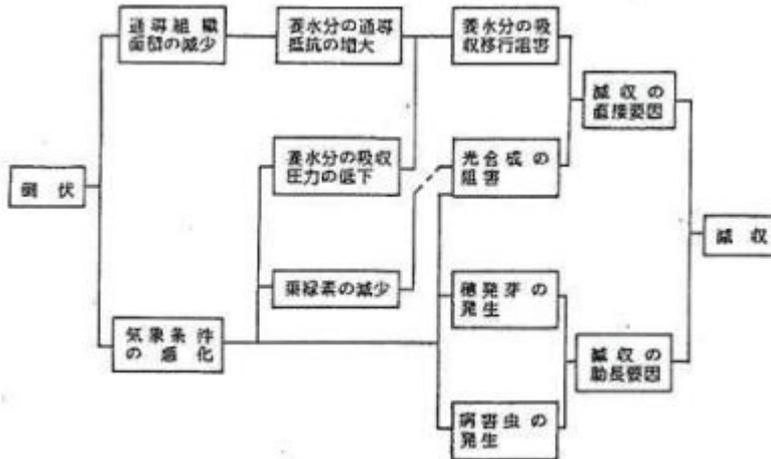


図12 倒伏による減収機構(氷高1968年)

表9 倒伏および株起こしが光合成による¹⁴Cの含量に及ぼす影響(氷高1968年)

	倒伏しないもの	倒伏したもの	倒伏の後株起こしたものの
止 葉	16,385	10,875	8,405
上から2番目の葉身	12,199	1,279	4,720
上から3番目の葉身	9,446	823	4,412
止 葉 の 葉 鞘	5,074	893	1,161
上から2番目の葉の葉鞘	2,451	233	256
上から3番目の葉鞘	1,348	307	630

収量に及ぼす影響は倒伏の時期と倒伏の程度によって異なる。倒伏の時期と減収の程度は倒伏が早いほど減収率は大きい。すなわち、稔実の程度を籾千粒重でみると、出穂期の倒伏では無倒伏区の54%減収した(表10)。また、収量でみると無倒伏区に比べて出穂期倒伏では20%の大幅に減収した(図13)。

一方、倒伏の程度と減収の関係を出穂後2週間に倒伏した場合についてみると、倒伏角度の大きいほど減収率が大きくなり、挫折倒伏をすると50%近く減収した(図14)。

表10 倒伏時期と稔実との関係(氷高1968年)

倒伏処理の時期	籾千粒重	比率
倒伏しないもの	20.73g	100%
出穂期	11.20	54.0
出穂7日後	13.11	63.2
出穂14日後	14.41	69.5
出穂21日後	17.00	82.0
出穂28日後	18.53	89.4
出穂35日後	19.45	93.8

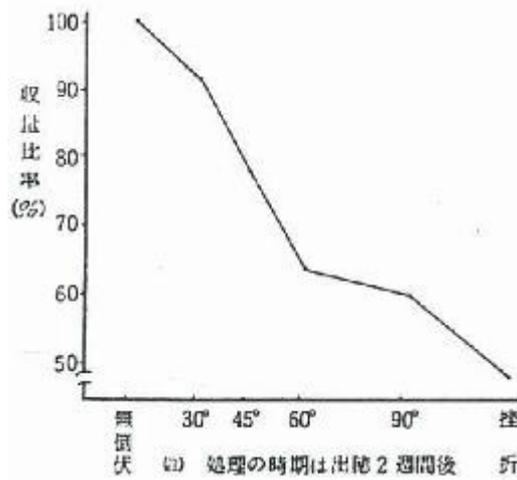
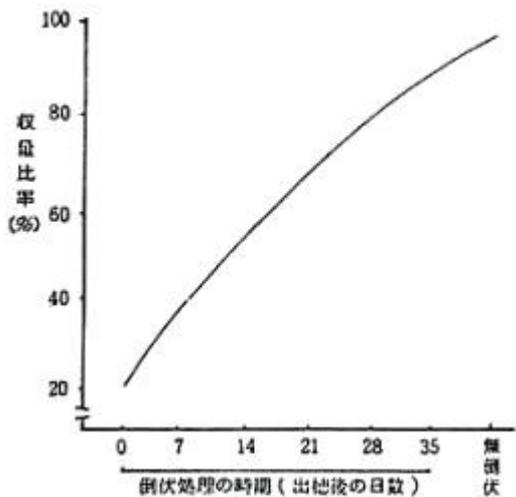


図13 倒伏処理の時期と収量(氷高 1968年) 図14 倒伏の型および程度と収量(氷高 1967年)

(イ)米の品質に及ぼす倒伏の影響

倒伏すれば稔実が下がるため、品質は低下する。図15に示すように倒伏程度が大きいほど米の検査等級は下がる。また、表11のように、倒伏程度が大きいほど発育停止籾は増え(減収し)、死米、乳白米及び青米が増える。

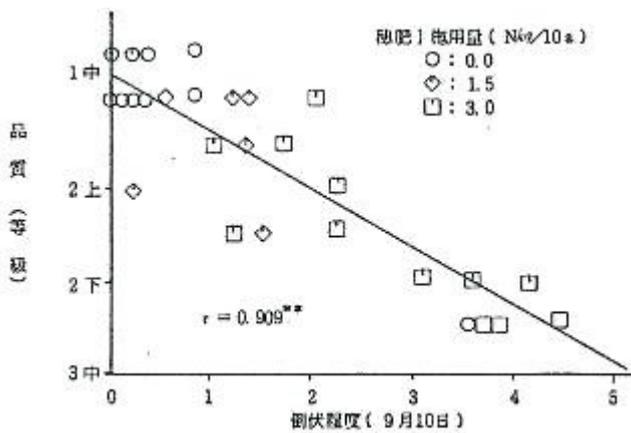


図15 倒伏程度(出穂後29日目)と品質(等級)との関係
(注) 倒伏程度は0→無、5→甚とした。(広島農試 1988年)

表11 倒伏の程度と登熟(長戸)

	不稔	発育停止	死米	奇形米	乳白米	茶米	青米	腹白・完全米	計	
倒伏せず	3.9	4.1	10.0	0.2	1.5	20.2	2.8	57.3	100	
地面に対し	37°に倒伏	4.5	4.6	11.8	0.1	1.6	17.4	8.5	51.5	100
	30°に倒伏	5.9	10.8	13.5	0.1	5.2	15.2	9.4	39.9	100
	18°に倒伏	4.6	13.7	15.5	0.5	9.2	14.1	10.8	31.6	100

(注) 1. 出穂22日後の台風のため倒伏

2. 茶米の多いのは倒伏前出穂後10日と15日に2回台風を受けているためである。

3. 不良米の特性と成因

発育停止米: 開花後10-15日以内に死んだもの

死米: 開花後10-16日に養分の移行が停止して発生(重量は完全米の3割, 厚さは4割)

奇形米: クビレ米, ダルマ米など

乳白米: 開花8-10日後ごろの玄米の中心部が透明になる時期に、一時的に養分の移行が抑えられて発生

茶米: いもち病菌, ごまはがれ病菌などが籾の中に侵入して玄米を着色したもの

青米: 玄米の果皮の部分に葉緑素が残っているもの

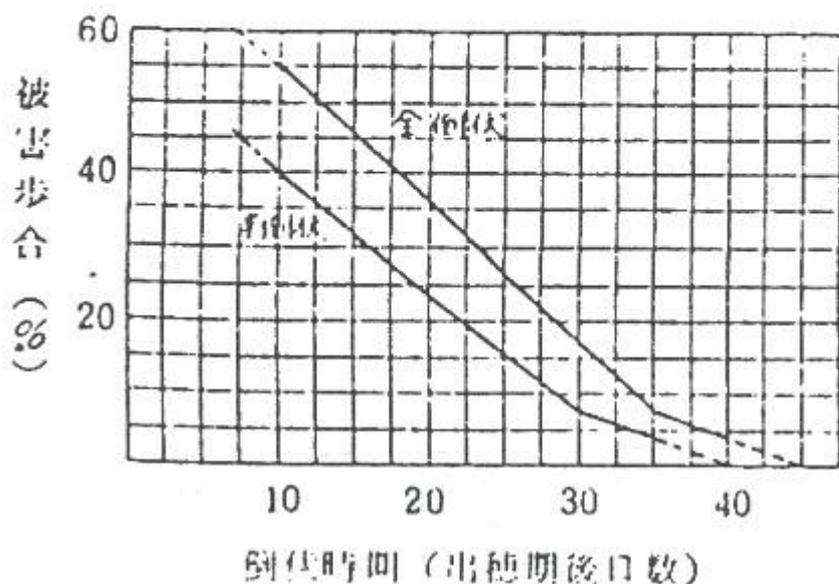
腹白米: 玄米の腹側(胚のある側)に充実不十分な部分が残り白くみえる

表12 倒伏程度と被害推定尺度(農林省統計情報部)

被害時生育段階: 出穂期後10-40日

調査時生育段階: 被害発生後

倒伏時期(出穂期後日数)		10	15	20	25	30	35	40
被害歩合 (%)	全倒伏	55	45	35	25	15	7	3
	半倒伏	40	30	25	15	7	3	0



- (1)調査年次: 昭和35年
- (2)調査場所: 広島県福山市
- (3)品種名: 黄金錦(中生, 人工処理試験)
- (4)調査者: 中国四国統計指導官室

表13 糊熟期以降の倒伏と被害量

被害時生育段階: 糊熟期

調査時生育段階: 黄熟期

倒伏程度 (%)	10	30	50	70	90	100
被害歩合 (%)	5 (以下)	10	20	25	30	35

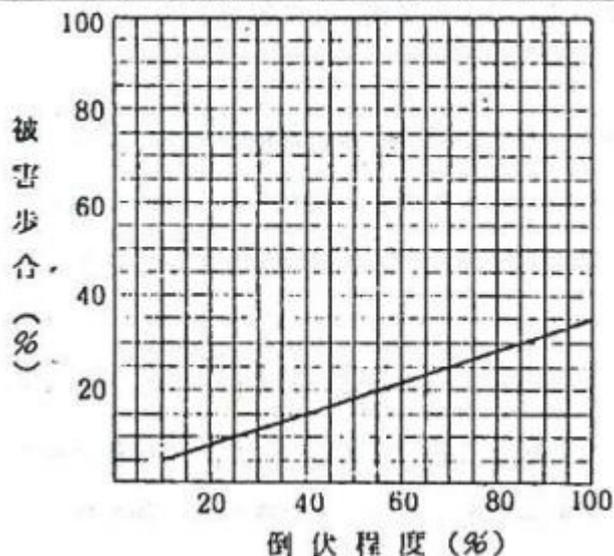
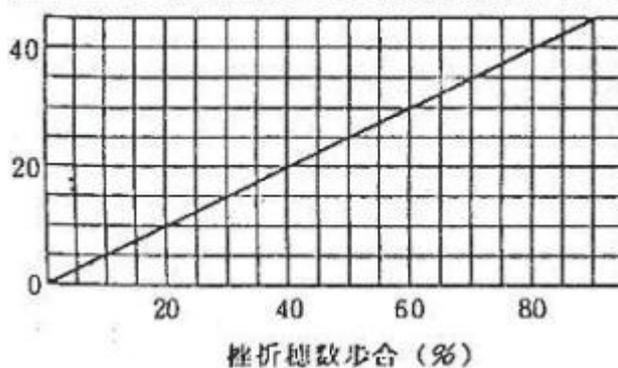


表14 出穂期13日頃と挫折と被害歩合

被害時生育段階: 出穂期後13日頃

調査時生育段階: 収穫期

挫折穂数歩合 (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
被害歩合 (%)	5	10	15	20	25	30	35	40	45

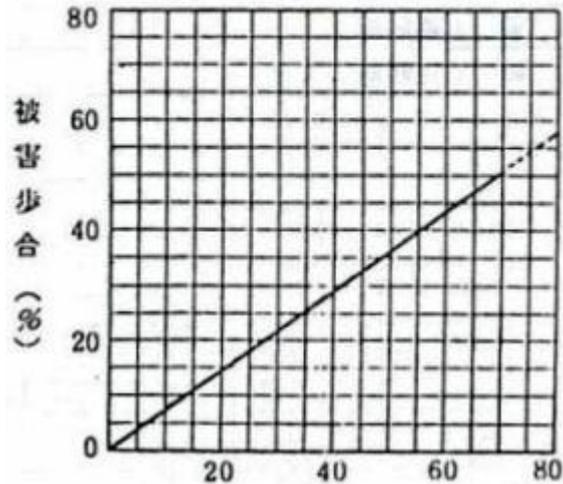


- (1)調査年次: 昭和29年
- (2)調査場所: 愛知県
- (3)品種名: 千本優(晩生)
- (4)調査者: 東海近畿統計指導官室

- (1)調査年次:昭和30年
- (2)調査場所:和歌山県
- (3)品種名:豊千本, 東海旭
- (4)調査者:和歌山県統計調査事務所

表15 穂発芽の被害推定尺度(同上)
被害時生育段階:黄熟期-成熟期

穂発芽粒数歩合 (%) (芽の長さ2 mm以上のもの)	5	10	30	50	70
被害歩合 (%)	3	7	20	35	50



- (1)調査年次:昭和34年
- (2)調査場所:三重県松阪市
- (3)品種名:農林29号(早生), コトブキモチ, 新ヤマブキ(中生), 旭撰(晩生)
- (4)調査者:東海近畿統計指導官室

(ウ)病虫害の発生に及ばず倒伏の影響

倒伏は微気象を悪化させ、ひいては病虫害を発生させると述べたが、倒伏すれば紋枯病はさらに感染・蔓延しやすい環境となる。またトビイロウンカの防除は一層困難となる。

エ 風害の技術対策

(ア) 暴風及び暴風雨

- a 台風時には水田を落水状態にすると、乾風の害を助長することが多いから乾風害が予想されるときは、できる限り深水にして水稻の乾燥を防ぐとともに風による動揺を防ぐことが大切である。
- b 台風の通過したあとは快晴となる場合が多く、また暴風で傷んだ水稻は水分の蒸発が盛んになりやすい。そのために水稻は急激な乾燥を受け急にしおれたり、枯れたり、ひどく傷んだりすることがあるので、台風後数日間は水を深めにはっておく。落水期に当たるときは落水を数日のばす。
- c 倒伏した稲は、できるだけ早く株を起す、挫折したものを反対方向に起こすとかえって被害を多くするので、株起こしは丁寧に行うこと。また倒伏して穂が田面についたものは穂発芽しやすくなるので、もし株起こしができないときは水田の落水をするか、また株の上に穂を持ち上げるようにし穂の乾燥をはかる。
- d 倒伏した稲は、薬剤が株もとに到達しにくくなり、ウンカの被害を助長するので特にていねいに薬剤を散布する。
- e 台風後、速やかに、穂いもち病、枝梗いもち病の薬剤散布を行うこと。この場合、農薬の安全使用基準を遵守することは言うまでもない。

(イ) 潮風害

潮風を受けたときは、深水にし、直ちに動力噴霧機などで水洗すると被害が軽減される。水洗いは早いほど効果がある。

(ウ) 高潮害

高潮害を受けたときは早く塩水の排水をはかるとともに、多量の淡水を灌漑する。収穫皆無になった水稻は、これを放置すると土壤の乾燥や除塩作業を妨げるし、後で分解して土壤中の酸素不足(還元)を著しく、裏作物や翌年の水稻に被害を与えるおそれがあるので、これを刈り出す。

また被害地は塩分濃度0.1%以上のときは除塩溝設置、淡水又は雨水によるかけ流し法により塩分濃度を下げる。

オ 強風による褐変穂

発生要因と減収

出穂後の水稻が台風などの強風により、褐変穂が発生する。風により籾の表面にキズができ、そこから雑菌が侵入して起こるもので、発生程度によっては大きな減収要因になる。

表16 水稻褐変穂による減収割合(油木農改福山, 1994)

穂の褐変程度	1穂籾数	登熟歩合	千粒重	減収率
圃場全体の	粒	%	g	%
甚(91%以上褐変)	82.5	16.9	18.24	81.4
多(51~90)	80.8	42.0	19.04	51.7
中(31~50)	81.7	57.2	19.64	32.2
少(11~30)	81.3	59.8	20.38	26.4
微(10%以下)	79.3	80.9	20.48	0